

MELHORIA DAS TÉCNICAS CULTURAIS NA PRODUÇÃO DE MIRTILO EM SUBSTRATO

Rita Martins Pinto

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Agronómica - Hortofruticultura e Viticultura

Orientador: Doutor Pedro Nogueira Brás de Oliveira

Coorientador: Professora Doutora Cristina Maria Moniz Simões de Oliveira

Júri:

Presidente: Doutor Henrique Manuel Filipe Ribeiro, Professor Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Vogais: Doutor Pedro Nogueira Brás de Oliveira, Investigador Auxiliar do Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária;

Doutora Mariana da Silva Gomes Mota, Investigadora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

Agradecimentos

Ao Engenheiro Pedro Brás de Oliveira, pela orientação, apoio, disponibilidade, partilha constante de conhecimento e pela sua boa disposição que sempre demonstrou em todas as fases de desenvolvimento deste trabalho.

À Professora Doutora Cristina Oliveira, pela disponibilidade e preocupação constante ao longo do trabalho, pela disponibilidade para esclarecimento de dúvidas ao longo do trabalho e por me transmitir esta paixão pela fruticultura.

Aos meus pais, por todo o apoio, amor e carinho incondicional que sempre me proporcionaram. A sua disponibilidade e ajuda foram inestimáveis.

A toda a minha família, por sempre me ter apoiado e demonstrado uma enorme confiança e orgulho em mim.

A todos os meus amigos, pela amizade, boa disposição, confiança e força que me deram durante este trabalho e durante estes anos que passámos juntos. Sem vocês esta caminhada não teria sido a mesma coisa.

Ao Professor Henrique Ribeiro, pela ajuda preciosa na caracterização dos substratos, e pela disponibilidade para esclarecimento de dúvidas.

Ao pessoal técnico da Herdade Experimental da Fataca, em especial à Anabela Reis, pela amizade e pela ajuda preciosa na recolha de dados.

A todas as pessoas que me ajudaram na lavagem das raízes, em especial à minha avó Piedade, à minha mãe e às minhas irmãs.

Ao Projecto Europeu PF7 EUBerry (greit agreement nº265942) pelo apoio dispensado.

E por fim, a todos os que de alguma forma contribuíram na materialização deste trabalho, o meu sincero obrigado.

.

Resumo

Nos últimos anos a área de mirtilo aumentou em Portugal, tornando-se necessário desenvolver e otimizar algumas das tecnologias de produção. Os mirtilos são plantas que possuem diferentes necessidades em frio consoante o tipo de mirtilo cultivado. A produção em substrato tem vindo a aumentar em todo o mundo e, em Portugal, nas regiões do sul. O efeito das horas de frio e dos diferentes substratos e volumes de vaso no crescimento e produção foi estudado. Foram delineados dois ensaios no sudoeste alentejano. No primeiro ensaio foram utilizadas plantas das cultivares Legacy, Duke e Elizabeth, que foram submetidas a diferentes períodos de frio artificial (desde 955 a 1520 horas), e que posteriormente à saída da câmara frigorífica, continuaram o seu desenvolvimento ao ar livre. Ficou demonstrado que a cultivar Legacy se comporta como uma cultivar de mirtilo do tipo “southern highbush” sendo a melhor adaptada ao clima do sudoeste alentejano. No segundo ensaio foram ensaiados dois vasos (25 L e 15 L) e dois substratos, no crescimento da cultivar Paloma, em plantas de um ano. Não se registaram diferenças significativas no crescimento nos dois tipos de vaso e de substrato, tendo as plantas aumentado, em oito meses, cerca de 800 g o seu peso seco.

Palavras-chave: horas de frio, substrato, cultura em vaso, ar livre, cultura protegida

Abstract

In recent years in Portugal the blueberry area has increased, making it necessary to develop and optimize the existing production technologies. Blueberries are plants that have different needs in chilling hours, depending on the type of cultivar. The production in substrate has increased not only worldwide but also in Portugal. The effect of chilling hours, different substrates and pot size on growth and yield was studied. Two experiments were made in southwest alentejo. In the first experiment, the cultivars used were Legacy, Duke and Elizabeth which were submitted to different periods of chilling hours (from 504 to 1128 hours). After the treatments they continued their development outdoors. The results showed that 'Legacy' behaves like a southern highbush and is the cultivar best adapted to the southwest alentejo climate. The cultivars Duke and Elizabeth did not perform well considering all chilling treatments and are not adapted to this climate. In the second experiment two pot sizes (25 L and 15 L) and two different substrates were tested for the growth of one year old plants of cultivar Paloma. There were no statistical significant differences in both types of pots and substrates, plants increased, in eight months, about 800 g dry matter weight.

Keywords: chilling hours, substrate, pot production, outdoors, greenhouse conditions

Extended Abstract

Title: Optimization techniques for the blueberry production (*Vaccinium* sp.)

Blueberries are well known for their vitamins (A, B, C, PP), minerals and antioxidants and as an extremely healthy fruit, resulting in an increased demand in the last few years. In recent years the blueberry area in Portugal has increased, making it necessary to improve and develop the knowledge of the crop, and optimize some of the production technologies.

Blueberries are plants that need more or less chilling hours depending on whether they are northern highbush blueberry (NHB) or southern highbush blueberry (SHB).

The aim of the first experiment was to evaluate the effect of chilling hours in this crop. In this trial were used four year old plants of the cultivars Legacy, Duke and Elizabeth and five chilling treatments. The plants that remained outdoors (control treatment) acquired 501 chilling hours, while the chilling treatments 1, 2, 3, 4 e 5 acquired 1520, 1417, 1267, 1123, 955 chilling hours, respectively. After the plants were removed from the cold chamber they continued their development outdoors.

The results of this experiment were not conclusive since there were no statistically significant effects of the chill in the precocity and yield. However, it was found that the cultivar Legacy was the one with the best production volumes, regardless of the chilling regime that it was applied. The cultivar Legacy showed to be the best suited to the climate in southwest alentejo. The Duke and Elizabeth cultivars were not adapted to this region of the country, because they didn't received the ideal amount of chilling hours.

The production in substrate is increasing worldwide and in the Portuguese southern regions. However, this is a topic not yet studied, therefore there is little information about the ideal substrate for blueberry production.

To study the influence of different substrate and pot sizes in the growth of this crop, an experiment was made with one-year-old plants of the cultivar Paloma in two sized pots (15 L and 25 L) and two substrate types. This experiment took place in a greenhouse. There were made three destructive analyses of the plants, at the beginning, middle and end of the experiment.

The experiment showed that for the one year old plants of cultivar Paloma, there are no differences between the two substrate types and the size of the pots, so both were effective in plant growth. During the experiment the plants increased, in eight months, about 800 g in dry matter weight.

Keywords: chilling hours, substrate, pot production, outdoors, greenhouse conditions

Lista de símbolos e abreviaturas

NHB – “northern highbush” blueberry

SHB – “sourthern highbush” blueberry

HEF – Herdade Experimental da Fataca

Índice

Agradecimentos	I
Resumo	II
Abstract	III
Extended Abstract	IV
Lista de símbolos e abreviaturas	V
Índice de Figuras	VIII
Índice de Quadros	X
I. Introdução	1
II. Revisão Bibliográfica	3
1. Botânica	3
1.1. Género <i>Vaccinium</i>	3
1.2. Tipos de mirtilos cultivados	3
2. Morfologia	4
3. Fenologia	6
3.1. Crescimento vegetativo	6
3.2. Crescimento reprodutivo	7
4. Efeitos ambientais no crescimento e desenvolvimento	8
5. Dormência	9
5.1. Danos provocados pelo frio	10
5.2. Fatores que afetam a acumulação de frio	11
5.3. Deficiência de frio para a quebra da dormência	11
6. Modelos	12
7. Produção em substrato	13
III. Material e métodos	16
1. Localização dos ensaios	16
2. Ensaio 1 – Efeito das horas de frio na cultura do mirtilo do tipo “highbush”	16
2.1. Caracterização climática	16
2.2. Rega e fertilização	17
2.3. Técnicas culturais	17
2.4. Material Vegetal	18

2.5.	Delineamento experimental	19
2.6.	Registos e Observações	21
2.7.	Tratamento dos Dados	21
3.	Ensaio 2 – Efeito do volume do vaso e tipo substrato no crescimento do mirtilo	22
3.1.	Técnicas Culturais	22
3.2.	Material Vegetal	24
3.3.	Delineamento experimental	25
3.4.	Registos e Observações	26
3.5.	Medição do teor de clorofila	27
3.6.	Tratamento dos Dados	27
III.	Resultados e Discussão.....	28
1.	Ensaio 1 - Efeito das horas de frio na cultura do mirtilo do tipo “highbush”	28
1.1.	Caracterização biométrica.....	28
1.2.	Abrolhamento, Gomos vivos até à colheita e Vingamento Final.....	30
1.3.	Fenologia	33
1.4.	Produção comercial e Curvas de Produção	37
2.	Ensaio 2 - Efeito do volume do vaso e tipo substrato no crescimento do mirtilo	41
2.1.	Análise de crescimento.....	41
2.1.1.	Parte Aérea.....	41
2.1.2.	Parte Radicular	43
2.2.	Medição do teor de clorofila	46
2.3.	Distribuição do Peso Seco	47
2.4.	Evolução do Peso Seco Total.....	48
IV.	Conclusão	49
V.	Referências Bibliográficas.....	51
ANEXO 1	.....	57
ANEXO 2	.....	59
ANEXO 3	.....	62
ANEXO 4	.....	64
ANEXO 5	.....	66

Índice de Figuras

Figura 1. Temperaturas médias mensais (mínima, média e máxima) na Zambuieira, de outubro de 2013 a agosto de 2014.....	16
Figura 2. Visão geral do ensaio no dia 12 julho, em que se pode observar a rede anti pássaros..	18
Figura 3. Imagem geral de uma das linhas do ensaio (marcado com a letra A); Diferenças entre os tamanhos dos vasos entre os substratos (marcado com a letra B).....	25
Figura 4. Medição do teor de clorofila com o SPAD-502 da Minolta.....	27
Figura 5. Duração dos estados fenológicos (escala de Santos <i>et al.</i> , 2014) da cultivar Legacy para o tratamento controlo (501 horas de frio), tratamento 1 (1520 horas de frio), tratamento 2 (1417 horas de frio), tratamento 3 (1267 horas de frio), tratamento 4 (1123 horas de frio) e tratamento 5 (955 horas de frio). A vermelho duração até 50% dos gomos atingirem o estado, a verde corresponde a 50% dos gomos num estado e a azul mais de 50% dos gomos num estado.....	33
Figura 6. Duração dos estados fenológicos (escala de Santos <i>et al.</i> , 2014) da cultivar Duke para o tratamento Controlo (501 horas de frio), tratamento 1 (1520 horas de frio), tratamento 2 (1417 horas de frio), tratamento 3 (1267 horas de frio), tratamento 4 (1123 horas de frio) e tratamento 5 (955 horas de frio). A vermelho duração até 50% dos gomos atingirem o estado, a verde corresponde a 50% dos gomos num estado e a azul mais de 50% dos gomos num estado.....	35
Figura 7. Duração dos estados fenológicos (escala de Santos <i>et al.</i> , 2014) da cultivar Elizabeth para o tratamento Controlo (501 horas de frio), tratamento 1 (1520 horas de frio), tratamento 2 (1417 horas de frio), tratamento 3 (1267 horas de frio), tratamento 4 (1123 horas de frio) e tratamento 5 (955 horas de frio). A vermelho duração até 50% dos gomos atingirem o estado, a verde corresponde a 50% dos gomos num estado e a azul mais de 50% dos gomos num estado.	36
Figura 8. Produção semanal (g) para a cultivar Legacy para o tratamento controlo (501 horas de frio), tratamento 1 (1520 horas de frio), tratamento 2 (1417 horas de frio), tratamento 3 (1267 horas de frio), tratamento 4 (1123 horas de frio) e tratamento 5 (955 horas de frio)...	38
Figura 9. Produção semanal (g) para a cultivar Duke para o tratamento Controlo (501 horas de frio), tratamento 1 (1520 horas de frio), tratamento 2 (1417 horas de frio), tratamento 3 (1267 horas de frio), tratamento 4 (1123 horas de frio) e tratamento 5 (955 horas de frio)...	39

Figura 10. Produção semanal (g) para a cultivar Elizabeth para o tratamento Controlo (501 horas de frio), tratamento 1 (1520 horas de frio), tratamento 2 (1417 horas de frio), tratamento 3 (1267 horas de frio), tratamento 4 (1123 horas de frio) e tratamento 5 (955 horas de frio).	40
Figura 11. Peso relativo de cada componente, PSF (peso seco das folhas), PSR (peso seco dos ramos), PSRG (peso seco das raízes grossas) e PSRF (peso seco das raízes finas), na partição do peso em cada modalidade. As imagens marcadas com as letras A, B e C, correspondem, respetivamente ao primeiro momento de destruição (início do ensaio), ao segundo momento de destruição (1 de julho) e ao terceiro momento de destruição (4 de novembro).....	47
Figura 12. Evolução do Peso Seco Total das plantas, em três momentos de amostragem, para as 4 modalidades: a azul vasos 25 litros com substrato HEF, a vermelho vasos 25 litros com substrato especial Siro, a verde vasos 15 litros com substrato HEF e a roxo vasos de 25 litros com substrato Siro.	48

Índice de Quadros

Quadro 1. Resumo das conversões da temperatura em unidades de frio (adaptado de: Richardson <i>et al.</i> , 1974; Zhang e Taylor, 2011).	13
Quadro 2. Resumo do número de horas de frio, até ao dia 11 e março.	20
Quadro 3. Características Físicas: densidade aparente, porosidade total, arejamento, água facilmente disponível, reserva de água e água disponível, do substrato Siro e do substrato HEF.....	23
Quadro 4. Propriedades químicas: pH, condutividade elétrica (CE), nitrato (N- NO ₃ -), amónio (N- NH ₄ +), fósforo (P), magnésio (Mg), cálcio (Ca), potássio (K), sódio (Na), cobre (Cu), zinco (Zn), manganês (Mn) e ferro (Fe), do substrato Siro® e do substrato HEF	23
Quadro 5. pH e condutividade elétrica (CE), no fim do ensaio	24
Quadro 6. Características biométricas para as cultivares Legacy, Duke e Elizabeth: ASR (área seccional do ramo), número de gomos florais no ramo, IF (Índice floral=percentagem de gomos florais relativos aos gomos totais), DF (Densidade floral=número de gomos florais por cm ² de área seccional do ramo), CHF (Comprimento da Haste Floral) e CTotal (comprimento total do ramo).....	28
Quadro 7. Características biométricas nos tratamentos de frio: ASR (área seccional do ramo), número de gomos florais no ramo, IF (Índice floral=percentagem de gomos florais relativos aos gomos totais), DF (Densidade floral=número de gomos florais por cm ² de área seccional do ramo), CHF (Comprimento da Haste Floral) e CTotal (comprimento total do ramo). Controlo (501 horas), tratamento 1 (1520 horas), tratamento 2 (1417 horas), tratamento 3 (1267 horas), tratamento 4 (1123 horas) e tratamento 5 (955 horas).	29
Quadro 8. Caracterização fenológica para as diferentes cultivares. Percentagens de abrolhamento de gomos vivos até à colheita (GC) e de vingamento final (VF), para as cultivares Legacy, Duke e Elizabeth.....	30
Quadro 9. Caracterização fenológica para os diferentes tratamentos de frio. Percentagens de: abrolhamento, gomos vivos até à colheita e vingamento final, para os diferentes tratamentos de frio, controlo (501 horas), tratamento 1 (1520 horas), tratamento 2 (1417 horas), tratamento 3 (1267 horas), tratamento 4 (1123 horas) e tratamento 5 (955 horas)...	31
Quadro 10. Produção comercial para as cultivares Legacy, Duke e Elizabeth.....	37
Quadro 11. Produção para o tratamento controlo (501 horas de frio), tratamento 1 (1520 horas de frio), tratamento 2 (1417 horas de frio), tratamento 3 (1267 horas de frio), tratamento 4 (1123 horas de frio) e tratamento 5 (955 horas de frio).	38
Quadro 12. Caracterização inicial da parte aérea da cultivar 'Paloma' em diferentes vasos e substratos. CTotal (Comprimento total dos ramos, cm), Número de folhas, PFF (Peso fresco	

das folhas, g), PFR (Peso fresco dos ramos, g), PSF (Peso seco das folhas, g), PSR (Peso seco dos ramos, g).....	41
Quadro 13. Características da parte aérea da cultivar ‘Paloma’ em diferentes vasos e substratos. CTotal (Comprimento total dos ramos), Número de folhas, AF (Área Foliar), PFF (Peso fresco das folhas), PFR (Peso fresco dos ramos), PSF (Peso seco das folhas), PSR (Peso seco dos ramos). Destruição realizada a 1 de julho.	42
Quadro 14. Características da parte aérea da cultivar ‘Paloma’ em diferentes vasos e substratos. CTotal (Comprimento total dos ramos), Número de folhas, AF (Área Foliar), PFF (Peso fresco das folhas), PFR (Peso fresco dos ramos), PSF (Peso seco das folhas), PSR (Peso seco dos ramos). Destruição realizada a 4 de novembro.	43
Quadro 15. Caracterização inicial do sistema radicular da cultivar ‘Paloma’ em diferentes vasos e substratos. PFRF (Peso fresco das raízes finas), PFRG (Peso fresco das raízes grossas), PSRF (Peso seco das raízes finas), PSRG (Peso seco das raízes grossas).....	43
Quadro 16. Características do sistema radicular da cultivar ‘Paloma’ em diferentes vasos e substratos. PFRF (Peso fresco das raízes finas), PFRG (Peso fresco das raízes grossas), PSRF (Peso seco das raízes finas), PSRG (Peso seco das raízes grossas). Destruição realizada a 1 de julho.	44
Quadro 17. Características do sistema radicular da cultivar ‘Paloma’ em diferentes vasos e substratos. PFRF (Peso fresco das raízes finas), PFRG (Peso fresco das raízes grossas), PSRF (Peso seco das raízes finas), PSRG (Peso seco das raízes grossas). Destruição realizada a 4 de novembro.....	45
Quadro 18. Resultado da medição dos níveis de clorofila com o SPAD. Medições efetuadas a 25 de junho de 2014.	46

I. Introdução

O mirtilo é um pequeno fruto conhecido pela sua riqueza em vitaminas (A, B, C, PP), minerais e elevado teor em antioxidantes, ou seja, é um fruto extremamente benéfico para a saúde, o que faz com que tenha uma procura crescente.

O cultivo deste fruto tem aumentado, em Portugal, nos últimos anos. Segundo dados do INE, em 2012 existiam 211 ha plantados, passando este valor para 534 ha em 2013, sendo que neste ano (2013) foram apoiados, para plantação, no âmbito do ProDer, mais de 1700 ha.

O mirtilo é um arbusto, que necessita de quebrar a dormência adquirida no inverno, para se desenvolver e produzir corretamente. Dependendo do tipo, “northern highbush” blueberry (NHB) ou “southern highbush” blueberry (SHB), necessitará de mais ou menos horas de frio para quebrar a dormência.

Muitas vezes, quando um produtor instala esta cultura, não tem em atenção a conjugação das horas de frio das cultivares e das horas de frio existentes no local de plantação. Este é um fator que pode levar a perdas elevadas na produção. Associadas ao fato de não existir informação precisa sobre as necessidades de frio para as diferentes cultivares.

Desta forma, o objetivo do primeiro ensaio, foi o de estudar o efeito das horas de frio na precocidade e volume de produção em três cultivares de mirtilo (duas do tipo NHB e uma do tipo SHB), através do recurso a frio artificial.

Este é um ensaio que vem na sequência de outros realizados previamente, como por exemplo Parente (2014), que estudou o efeito do frio artificial na quebra da dormência e produtividade do mirtilo.

Outra exigência desta cultura, é o fato de necessitar de solos muito específicos, que nem sempre estão disponíveis, sendo uma das formas de ultrapassar este problema o cultivo em substrato. As regiões do sul de Portugal, apresentam condições excelentes para a intensificação da cultura do mirtilo que poderá passar pela cultura em substrato. Contudo, este é um tema ainda pouco estudado, não havendo ainda um substrato ideal para o mirtilo. Consequentemente, quando o produtor tem de comprar um substrato não existe informação disponível para a sua correta escolha. Intimamente associado à escolha do substrato está ligado o volume dos vasos.

Surge então, a necessidade de ser ensaiada a resposta desta cultura a diferentes substratos e aos volumes dos vasos.

Neste trabalho é testado o efeito das horas de frio na precocidade e volume de produção, em plantas de quatro anos, das cultivares Legacy, Duke e Elizabeth. Sendo também testada a influência de dois substratos e dois volumes de vasos, em plantas de um ano da cultivar Paloma.

II. Revisão Bibliográfica

1. Botânica

1.1. Género *Vaccinium*

Os mirtilos pertencem à família Ericaceae, género *Vaccinium* e subgénero *Cyanococcus* (Darnell, 2006). O género *Vaccinium*, com um número estimado de 150 a 450 espécies, está muito difundido, sendo encontradas nos Himalaias, Nova Guiné e região Andina na América do Sul, de onde se pensa este ser originário (Retamales e Hancock, 2012b).

Na Europa, em especial na Europa mediterrânica, existem muito menos espécies do género *Vaccinium*. Em Portugal Continental encontram-se duas espécies, o *V. myrtillus* e o *V. vitis-idae*, na ilha da Madeira é endémico o *V. padifolium* e no arquipélago dos Açores o *V. cylindraceum* (Lopes-da-Fonseca e Oliveira, 2007).

A identificação de espécies do subgénero *Cyanococcus* é problemática devido à poliploidia existente, à morfologia sobreposta entre espécies, à hibridação extensiva e à falta generalizada de diferenciação cromossómica (Retamales e Hancock, 2012b). Na primeira descrição taxonómica do grupo foram identificadas nove espécies diplóides, doze tetraplóides e três hexaplóides (Camp, 1945; Retamales e Hancock, 2012b). Esta descrição foi, mais tarde, diminuída para seis espécies diplóides, cinco tetraplóides e uma hexaplóide (Vander Kloet, 1980).

O mirtilo tetraplóide “highbush” *V. corymbosum*, geneticamente, é um auto poliplóide, com dois conjuntos de cromossomas semelhantes (Retamales e Hancock, 2012b).

1.2. Tipos de mirtilos cultivados

As espécies predominantes de mirtilo cultivadas são *Vaccinium corymbosum* L. (“highbush”), *Vaccinium ashei* Reade (“rabbiteye”) e plantas nativas de *Vaccinium angustifolium* Ait (lowbush). As cultivares de “highbush” são ainda separadas em tipos “northern highbush” blueberry (NHB) e “southern highbush” blueberry (SHB) dependendo das suas necessidades de frio e da sua capacidade de resistência ao frio (Retamales e Hancock, 2012b). Os SHB são híbridos complexos composto principalmente por *V. corymbosum*, mas também *V. darrowi* Camp., assim como outras espécies de *Vaccinium* (Darnell, 2006).

As primeiras cultivares de NHB foram lançadas pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos da América a partir de cruzamentos realizados em 1912. Estas foram hibridizadas a partir de um grupo de plantas maioritariamente proveniente de New Jersey e New Hampshire, como resultado têm necessidades de frio elevadas. As variedades com baixas necessidades de frio vieram a chamar-se SHB, uma vez que, a primeira cultivar foi criada para adaptação às regiões mais quentes do sudeste dos Estados Unidos, onde as cultivares de NHB não estavam adaptadas (Lyrene e Ballington, 2006).

As cultivares de NHB estão adaptadas a temperaturas muito frias durante o inverno abaixo de -20°C, e crescem em lugares onde existam 800 a 1000 horas de frio. As cultivares de “southern highbush” não toleram temperaturas no inverno muito abaixo da congelação e requerem horas de frio abaixo das 550 horas (Retamales e Hancock, 2012a).

Comparadas com as cultivares de NHB, os SHB tendem a continuar o crescimento até mais tarde no outono, a ter menos resistência ao frio e a florir mais cedo na primavera (Lyrene e Ballington, 2006), o que segundo Retamales e Hancock (2012), leva a que as cultivares de SHB falhem em climas frios devido a danos causados por congelamento dos gomos florais.

Em geral, as bagas das melhores cultivares de SHB, mantêm a sua firmeza e sabor melhor que os NHB durante o tempo quente. Os SHB são mais propensos a ser resistentes a doenças de regiões quentes, como *Phytophthora* (“root rot”), *Botryosphaerea* (“stem blight” e “cane canker”) (Lyrene e Ballington, 2006).

2. Morfologia

Todas as espécies de mirtilo são lenhosas perenes. Estas têm diferentes alturas sendo que os “highbush” podem atingir os 4 metros. O arbusto do mirtilo é composto por ramos que emergem de gomos formados recentemente ou gomos dormentes localizados na coroa. Os ramos emergentes da base da planta, chamados ramos do ano ou varas, tornam-se lenhosos no segundo ano de crescimento. Os gomos florais, em ramos do ano, localizam-se no ápice, seguidos pelos gomos foliares (Retamales e Hancock, 2012c). Os gomos florais são grandes e arredondados, enquanto os foliares são mais pequenos, estreitos e pontiagudos (Gough e Shutak, 1978; Retamales e Hancock, 2012c).

As folhas formam-se nos nós dos ramos (Lopes-da-Fonseca e Oliveira, 2007), são simples, dispostas alternadamente, e a sua morfologia e tamanho variam entre espécies (Darnell, 2006). A maioria das espécies de “highbush” e “rabbiteye” é caduca, contudo, algumas

cultivares com menores necessidades de frio não perdem a folha se as temperaturas não atingirem o ponto de congelação (Retamales e Hancock, 2012c).

O sistema radicular dos mirtilos é muito superficial e compacto, sendo constituído por dois tipos distintos de raízes, raízes finas com diâmetro inferior a 2 mm, que se distribuem de 30 a 40 cm de profundidade e asseguram a absorção de água, e raízes de suporte, ou grossas, com diâmetro entre 2 e 11 mm, que podem alcançar profundidades de cerca de 1 metro e são responsáveis pela fixação do arbusto ao solo (Lopes-da-Fonseca e Oliveira, 2007).

As raízes dos “highbush” e “rabbiteye” são muito finas, fibrosas e sem pelos radiculares (Darnell, 2006), sendo que são estes pelos que asseguram, nas plantas que os possuem, mais de 90% da absorção de água e nutrientes. Os mirtilos podem desenvolver simbioses com vários fungos do solo, que assumem o papel dos pelos radiculares (Lopes-da-Fonseca e Oliveira, 2007).

Segundo Retamales e Hancock (2012c), mais de 80% da matéria seca das raízes é encontrada nos primeiros 36 cm, sendo que, cerca de 50% das raízes estão localizadas nos primeiros 30 cm do solo e 80% a 85% até 60cm de profundidade.

A inflorescência do mirtilo é um cacho, em que a corola das flores é formada por 4 a 5 pétalas soldadas que formam uma campânula invertida. O pistilo pode ser ligeiramente mais curto ou comprido que a corola. O ovário é ínfero e tem 4 a 5 lóculos, com vários óvulos em cada lóculo (Retamales e Hancock, 2012c). As corolas invertidas e a localização das anteras relativamente aos estiletos desfavorecem a autopolinização e promovem a polinização cruzada (Darnell, 2006). Por flor encontram-se oito a dez estames, cada um composto por uma antera biapendiculada deiscente no cimo por dois poros (Coutinho, 1913), por onde sai o pólen. O pólen é um tétrede, embora raramente produza vários tubos polínicos (Brewer e Dobson, 1969; Darnell, 2006).

O fruto do mirtilo é uma baga verdadeira, que consiste num ovário com 100 ou mais óvulos, que se tornam em sementes depois da polinização e fertilização. Os frutos maduros são, geralmente, preto-azulado ou roxo escuro com a superfície coberta de pruína (Darnell, 2006).

3. Fenologia

3.1. Crescimento vegetativo

O crescimento dos ramos e raízes dos mirtilos ocorre em fluxos durante toda a estação de crescimento. Parece haver um padrão cíclico entre o crescimento dos ramos e das raízes durante o verão, mas os ciclos não são absolutos (Darnell, 2006).

O crescimento vegetativo dos mirtilos começa com o inchamento dos gomos vegetativos no início da primavera, enquanto as folhas se começam a desenvolver dentro destes. O abrolhamento destes gomos tende a ocorrer mais lentamente que o abrolhamento dos gomos florais, dependendo da cultivar, duração do frio e temperatura na primavera. Um gomo vegetativo possui até seis primórdios foliares, que aquando do abrolhamento se encontram bastante aglomerados em torno do pecíolo, mas que com o tempo se separam pela expansão dos entrenós. Quando os ramos crescem, novas folhas são iniciadas no ápice do ramo a cada cinco dias (Gough and Shutak, 1978; Retamales e Hancock, 2012c).

O crescimento dos ramos é do tipo simpodial, com fluxos de rápido crescimento, que cessa quando o gomo terminal morre (esta é uma característica dos mirtilos designada por ponta negra) (Lopes-da-Fonseca e Oliveira, 2007). Os ramos podem ter um, dois ou múltiplos fluxos de crescimento dependendo da cultivar e das condições ambientais (Shutak *et al.*, 1980; Retamales e Hancock 2012c). Há uma tendência para as cultivares de colheita precoce terem mais fluxos de crescimento que as outras, mas este não é sempre o caso. O crescimento é renovado quando um gomo axilar sai da dormência (Gough, 1994).

O sistema radicular dos mirtilos não apresenta um verdadeiro período de repouso, as raízes crescem sempre que as condições ambientais no solo sejam favoráveis (Lopes-da-Fonseca e Oliveira, 2007).

As raízes têm dois picos de crescimento, o primeiro, e mais fraco, ocorre na primavera começando perto do vingamento e estendendo-se até à fase de crescimento de fruto verde. O segundo pico ocorre depois da colheita ter começado e acaba antes da planta entrar em dormência (Abbott e Gough, 1987; Retamales e Hancock, 2012c). Este período de crescimento lento das raízes no início do verão coincide com o crescimento e maturação dos frutos, uma vez que estes são o destino preferencial dos foto-assimilados. O crescimento dos ramos não é competitivo do crescimento radicular (Lopes-da-Fonseca e Oliveira, 2007).

3.2. Crescimento reprodutivo

Segundo Lopes-da-Fonseca e Oliveira (2007), a diferenciação floral, nas nossas condições e dependendo das cultivares, inicia-se em agosto quando as temperaturas noturnas começam a descer e os dias a ficarem mais curtos e pode estender-se ao longo dos meses de setembro e outubro, iniciando-se nos gomos da extremidade distal e prosseguindo de forma basípeta ao longo do ramo.

O abrolhamento ocorre na primavera, depois da acumulação de frio (Darnell, 2006).

Segundo um estudo realizado por Darnell e Davies (1990), em plantas de três anos das cultivares de “rabbiteye” ‘Woodard’, ‘Tifblue’ e ‘Climax’ sujeitas a diferentes tratamentos de frio, o aumento da quantidade de frio diminuiu os dias para 50% do abrolhamento dos gomos florais e vegetativos nas três cultivares. Estes autores observaram ainda que a percentagem de abrolhamento dos gomos florais aumentou com o aumento da duração de frio para as duas primeiras cultivares e na terceira diminuiu.

O abrolhamento nos mirtilos é seguido pela floração. Esta varia com a espécie e cultivar, assim como com os fatores climáticos durante a dormência e abrolhamento (Darnell, 2006). A receptividade dos estigmas ao pólen, nos “highbush”, varia entre 5 a 8 dias (Moore, 1964; Retamales e Hancock, 2012c). O posicionamento do gomo influencia a data de floração, uma vez que estes florescem de forma basípeta, ou seja, a floração inicia-se no gomo mais próximo da extremidade e daí para os da base, em sequência (Lopes-da-Fonseca e Oliveira, 2007). A polinização cruzada das flores de mirtilo geralmente resulta num aumento do vingamento e/ou frutos maiores comparados com a autopolinização (Darnell, 2006). O vingamento varia entre espécies e cultivares, alcançando segundo Eck e Mainland (1971), para os NHB, 55 a 100% (Darnell, 2006). Os mirtilos sofrem um período de queda dos frutos três a quatro semanas após a floração (Davies, 1986; Darnell, 2006).

Os frutos amadurecem, em geral, cerca de 2 a 3 meses após a floração, dependendo das cultivares e do vigor da planta (Lopes-da-Fonseca e Oliveira, 2007). O período de desenvolvimento do fruto é maior para os NHB do que para os SHB (Darnell, 2006).

Os frutos têm uma curva de crescimento dupla sigmoide, e dividida em 3 fases (Retamales e Hancock, 2012c). A primeira fase caracteriza-se por um rápido aumento do volume da baga, esta fase dura cerca de um mês. Na segunda fase, o tamanho do fruto aumenta pouco, mas os embriões no interior das sementes desenvolvem-se e amadurecem (Lopes-da-Fonseca e Oliveira, 2007), em geral, esta fase tem uma duração de 30 a 40 dias. Na terceira fase há uma acumulação de açúcares e a baga passa de verde a azul, pela acumulação de antocianinas (Darnell, 2006), esta fase dura cerca de 16 a 26 dias (Lopes-da-Fonseca e

Oliveira, 2007). O número de sementes tem uma influência significativa no tamanho final do fruto nos NHB, SHB e “rabbiteye” (Retamales e Hancock, 2012c).

4. Efeitos ambientais no crescimento e desenvolvimento

Quanto à intensidade de luz, na natureza, os mirtilos são encontrados sob um vasto leque de condições de luz, desde luz total a sombra parcial (Camp, 1945; Darnell, 2006), sendo as condições de luz total as melhores para otimizar a produção comercial. O efeito da intensidade de luz na fotossíntese talvez não seja a maior limitação para um bom rendimento nos mirtilos (Darnell, 2006).

O crescimento e desenvolvimento dos mirtilos também são influenciados pela duração da luz ou fotoperíodo (Darnell, 2006). Este é um fator de grande importância pois permite que a planta adapte a sua fisiologia e metabolismo conforme a estação do ano que se aproxima. Nos mirtilos o fotoperíodo é essencial para que as plantas sincronizem o período de crescimento vegetativo, durante a primavera e verão, e entrem em dormência no outono e inverno. Os mirtilos do tipo “highbush” são originários de zonas onde o fotoperíodo oscila entre 16 e 18 horas (Bañados e Strik, 2006).

Vários estudos realizados mostraram que a iniciação dos gomos florais nos “highbush” e “rabbiteye” é induzida por dias curtos (Darnell, 1991; Retamales e Hancock, 2012c). Segundo Darnell (1991), houve uma maior iniciação floral em mirtilos do tipo “rabbiteye” sob seis semanas com um fotoperíodo de 8 horas do que com um fotoperíodo de 11 a 12 horas. Simultaneamente com o aumento da iniciação floral em mirtilos sob dias curtos há um decréscimo no crescimento dos ramos, o que pode não ser uma reação ao fotoperíodo mas sim por consequentemente haver uma diminuição da fotossíntese resultando num decréscimo do fornecimento de hidratos de carbono (Darnell, 2006).

A temperatura também tem um efeito dramático no crescimento das raízes, ramos e fruta nos mirtilos do tipo “highbush” e “rabbiteye” (Retamales e Hancock, 2012c). Picos no crescimento de raízes de mirtilos adultos do tipo “highbush”, envasados, ocorreram quando as temperaturas se encontravam entre 14 e 18°C (Abbot e Gough, 1987; Retamales e Hancock, 2012c). Segundo Spiers (1995), as raízes, ramos e matéria seca em cultivares de SHB e “rabbiteye” envasados estavam negativamente correlacionados com temperaturas das raízes entre 16 e 38°C.

O desenvolvimento reprodutivo também é influenciado pela temperatura. A data de floração, intervalo de maturação e datas de colheita estão, nos “highbush” e “rabbiteye”, fortemente ligados à temperatura. Temperaturas altas na primavera aceleram a data de floração (Retamales e Hancock, 2012c). O vingamento, tamanho e período da colheita em “highbush” foram maiores numa estufa com temperaturas mais baixas, 8-24°C, do que numa mais quente, 16-27°C (Knight e Scott, 1964; Retamales e Hancock, 2012c).

5. Dormência

A maioria das plantas de zonas temperadas, incluindo o mirtilo, entra em dormência durante o outono e inverno, caracterizado por não haver crescimento e por uma reduzida atividade metabólica das partes da planta acima do solo. Estas condições de dormência são um mecanismo de defesa que permite às plantas sobreviverem ao frio. O desenvolvimento da dormência (e da resistência ao frio) é um processo gradual (Lyrene e Williamson, 2006).

Lang *et al.* (1987), classificou a dormência em três categorias: eco-dormência, para-dormência e endo-dormência. A eco-dormência ocorre quando há uma suspensão do crescimento causada por fatores ambientais externos, a para-dormência (também conhecida como inibição correlativa) ocorre quando o crescimento é suspenso por fatores fisiológicos externos à estrutura afetada e a endo-dormência (também conhecida como dormência interna) ocorre quando o crescimento é suspenso por fatores fisiológicos internos (Chao *et al.*, 2007). Esta última, é a dormência genuína, que caracteriza as plantas lenhosas nas zonas temperadas (Corbalán, 2009), e portanto será a estudada neste trabalho.

O processo pelo qual as plantas se submetem ativamente a mudanças na bioquímica e expressão dos genes, que aumenta a sua capacidade de resistir a temperaturas baixas e ao stress de dissecação celular, é referido como aclimatização (Wisniewski *et al.*, 2003). Este é um processo complexo que envolve modificação da composição da membrana lipídica, aumento de solutos compatíveis e síntese de proteínas de proteção (Lee *et al.*, 2012).

A aclimatização é desencadeada por dias curtos e temperaturas mais baixas durante o outono, que levam a que o crescimento da planta diminua, que comece a ficar dormente e que aumente a resistência ao frio (Lyrene e Williamson, 2006).

Para que as plantas possam abrolhar e florir de maneira normal, no fim do inverno ou início da primavera, estas necessitam de sofrer, durante o período de dormência, a ação ou efeito

fisiológico das baixas temperaturas durante um período mais ou menos prolongado que depende da intensidade das mesmas, da cultivar, etc. (Moreno, 1996; Rowland et al., 1999).

Mainland *et al.* (1977), determinou que uma temperatura constante entre 0°C e 5°C era a mais eficaz para satisfazer as exigências de frio dos gomos vegetativos e florais dos mirtilos do tipo “highbush”. Contudo, posteriormente, Norvell e Moore (1982), descobriram que temperaturas entre 1°C e 12°C satisfaziam as necessidades de frio dos “highbush”, sendo a temperatura de 6°C a mais efetiva (Retamales e Hancock, 2012c).

A des-aclimatização é o processo pelo qual há perda da resistência ao frio pela exposição a temperaturas quentes (Rowland *et al.*, 2005). Esta é uma parte importante do sucesso reprodutivo, porque períodos quentes, no fim do inverno e início da primavera, seguidos de congelamentos, podem causar danos severos nos gomos florais que já perderam resistência ao frio (Ehlenfeldt *et al.*, 2012).

5.1. Danos provocados pelo frio

O frio muitas vezes leva a danos severos nos gomos florais e ramos jovens de mirtilo em regiões de produção frias. Em geral, os NHB sobrevivem a temperaturas muito mais frias durante o inverno que os “rabbiteye” e os SHB (Flinn e Ashworth, 1994; Retamales e Hancock, 2012c).

Os danos provocados pelo frio incluem desintegração da membrana, desidratação das células devido a formação de gelo extracelular, embolismos no xilema e lesões físicas por fendilhamento (Pearce, 2001; Morin *et al.*, 2007; Lee *et al.*, 2012).

A região basal, que conecta os gomos florais com o ramo, é a parte do gomo que é mais facilmente danificada durante o período de dormência. Depois de um congelamento, os primórdios florais num gomo podem não mostrar danos apesar de os tecidos da região basal estarem danificados. Se os danos restringirem o fluxo de nutrientes e água o crescimento da inflorescência é lento e restrito, ou completamente inibido (Pritts e Hancock, 1992). Os gomos terminais tendem a ser menos resistentes ao frio que os medianos e basais (Cappiello e Dunham, 1994).

Segundo Parente (2014), cultivares do tipo SHB submetidas a tratamentos com elevadas horas de frio provocam a perda de gomos florais, privilegiando a evolução dos gomos vegetativos. O tratamento de frio artificial de 4008 horas revelou ser excessivo, mesmo para as plantas do tipo NHB, provocando a perda total de produção.

Danos provocados pelo frio nos ramos ou raízes interferem com o movimento da água e nutrientes para os gomos. Os sintomas podem não aparecer até ao início do verão, os arbustos podem florir, dar folhas e até começar a vingar frutos antes de repentinamente colapsarem e morrerem após 1 ou 2 dias. Estes sintomas estão usualmente correlacionados com o início do tempo quente, que aumenta a necessidade de água pelo desenvolvimento de ramos e fruta, e como tecidos vasculares danificados não conseguem fornecer água, a planta colapsa (Pritts e Hancock, 1992).

5.2. Fatores que afetam a acumulação de frio

Práticas culturais impróprias, stresses ambientais, e danos provocados por pragas e doenças podem interferir com a aclimatização e impedir o desenvolvimento da resistência ao frio. Uma prática cultural a ter em conta é a poda, uma vez que se esta for efectuada demasiado cedo no outono interfere com a aclimatização por estimular crescimentos tardios. Mesmo que não se desenvolvam crescimentos visíveis, podar cedo pode levar os tecidos dos ramos a des-aclimatizar. A poda deve ser atrasada até os ramos estarem completamente dormentes. Podar durante o fim do inverno e início da primavera reduz a probabilidade de danos provocados por congelamentos e permite aos produtores identificar e remover ramos e gomos danificados (Pritts e Hancock, 1992).

Segundo Lyrene e Williamson (2006), um fator que pode afetar a acumulação de frio nos mirtilos é a presença de folhas durante o período de frio, uma vez que estas plantas podem não acumular frio tão rapidamente quanto plantas desfoliadas.

5.3. Deficiência de frio para a quebra da dormência

Se as necessidades em frio não forem satisfeitas, na época de crescimento seguinte, vão aparecer desordens fisiológicas mais ou menos importantes, que serão função do défice de frio que a planta tenha sofrido, geadas inverniais, entre outros fatores. Podem-se apresentar os seguintes sintomas: atraso no abrolhamento dos gomos, sendo este o efeito menos grave, abrolhamento irregular e disperso e queda de gomos, sendo este o efeito mais grave que a falta de frio pode provocar (Moreno, 1996; Norvell e Moore 1982; Darnell e Davies, 1990; Retamales e Hancock, 2012c).

Quando se escolhem as cultivares para um determinado local tem de se ter em atenção as suas exigências em frio, uma vez que, segundo Lyrene e Ballington (2006), cultivares que não recebam frio suficiente para satisfazer as suas necessidades de frio vão florir tarde e ser

lentas a começar o crescimento vegetativo na primavera. O abrolhamento poderá ser muito irregular e os gomos florais poderão abortar, as produções poderão ser baixas e as plantas crescerem deficientemente. Cultivares cujas necessidades em frio sejam muito baixas para uma zona de produção poderão florir e dar folha demasiado cedo na primavera, colocando as plantas em risco de sofrerem lesões no inverno ou perda de colheita devido a geadas na primavera, estas tendem também a continuar o crescimento até mais tarde durante o outono, e podem sofrer lesões por congelamentos no início do inverno.

6. Modelos

Muitas fruteiras têm de completar uma exigência em frio para quebrar a dormência invernal e continuar o seu normal crescimento na primavera. Existem muitos modelos para quantificar as necessidades de frio, e os produtores e investigadores frequentemente assumem que a escolha do modelo não é importante e que estimativas das necessidades em frio das espécies são válidas entre diferentes regiões de crescimento (Luedeling e Brown, 2011).

Embora seja claro que um processo fisiológico tão complexo como o repouso invernal não possa depender exclusivamente de um só fator climático, a partir de um ponto de vista prático e da primeira análise do problema, tem-se tentado vincular a duração da dormência com as temperaturas abaixo de um determinado limiar (Gil-Albert, 1989; Moreno, 1996).

O modelo das horas de frio é o método mais antigo de quantificar a acumulação de frio e que ainda é bastante usado. Este considera todas as horas com temperaturas entre 0°C e 7,2°C como igualmente eficazes para a acumulação de frio (Luedeling e Brown, 2011), portanto o seu cálculo faz-se através da soma do número de horas com temperaturas entre o intervalo anteriormente citado (Zhang e Taylor, 2011).

O modelo Utah estabelece que as temperaturas não têm o mesmo efeito fisiológico. Uma hora com temperaturas compreendidas entre 2,5°C e 9,1°C equivale a uma unidade de frio (eficiência máxima), enquanto as temperaturas compreendidas entre 1,5°C-2,4°C e 9,2°C-15,9°C tem um efeito inferior e as temperaturas superiores a 16°C tem contribuição negativa nas unidades de frio acumuladas (Richardson *et al.*, 1974; Zhang e Taylor, 2011).

Mainland *et al.* (1977) e Spiers (1976), recomendam que as necessidades de frio dos mirtilos devam ser estimadas usando a modificação do modelo de Utah. Este foi proposto pois tem em consideração que as necessidades de frio dos mirtilos “highbush” e “rabbiteye”

são pelo menos parcialmente satisfeitas por temperaturas abaixo de 1,4°C até 12,4°C (Comparação entre o modelo Utah e o modelo Utah modificado para mirtilo na quadro 1). Mais afinação é provavelmente necessária para cultivares individuais.

Quadro 1. Resumo das conversões da temperatura em unidades de frio (adaptado de: Richardson *et al.*, 1974; Zhang e Taylor, 2011).

Temperatura °C	<1,4	1,5-2,4	2,5-9,1	9,2-12,4	12,5-15,9	16-18	>18
Modelo Utah	0,0	0,5	1,0	0,5	0,0	-0,5	-1,0
Modelo Utah Mirtilo	0,5	0,5	1,0	0,5	0,0	-0,5	-1,0

O modelo dinâmico, que foi originalmente desenvolvido para invernos quentes em Israel, toma uma abordagem diferente para quantificar a acumulação de frio. Este assume que a acumulação de frio resulta de um processo composto por dois passos, em que um produto intermédio é primeiro formado num processo promovido por temperaturas baixas, em que temperaturas altas podem destruir este produto intermédio. Assim que uma certa quantidade de produto intermédio é acumulada, este é irreversivelmente transformado em porções de frio, que já não podem ser destruídas (Erez *et al.*, 1990; Luedeling e Brown, 2011). Existe disponível um programa para cálculo das porções de frio, pelo modelo dinâmico (http://ucanr.edu/sites/fruittree/How-to_Guides/Dynamic_Model_-_Chill_Accumulation/).

Vários outros modelos, como o Modelo de Utah positivo ou o Modelo Carolina do Norte foram desenvolvidos para as condições climáticas de regiões específicas e não são normalmente usadas fora dessas regiões (Luedeling e Brown, 2011).

7. Produção em substrato

Um dos fatores mais críticos para a produção de mirtilo, com sucesso, é as características do solo (<http://hort.uwex.edu/articles/growing-blueberries-containers/>). As raízes dos mirtilos são estruturas finas e fibrosas, portanto, não conseguem penetrar em solos compactos, não toleram condições de encharcamento ou seca excessivos, e têm capacidade limitada de absorver nutrientes do solo (Pritts e Hancock, 1992).

Os mirtilos estão adaptados a solos com pH baixo, húmidos, bem drenados, com textura arenosa e um teor de matéria orgânica elevado (Korcak, 1988; Black e Zimmerman, 2002;

Starast *et al.*, 2002; Iancu *et al.*, 2008; Tasa *et al.*, 2012). Estas necessidades limitam o número de locais adequados para produção comercial (Pritts e Hancock, 1992). Uma das formas de produzir mirtilos, em solos que não tenham estas características, é usando vasos com substrato (Smolarz, 1985; Black e Zimmerman, 2002). A cultura em vasos permite, também, aumentar as possibilidades de manipular o período de colheita (Heiberg e Lunde, 2006).

Contudo, pouco se sabe sobre quais os substratos mais adequados para a produção em vaso (Heiberg e Lunde, 2006). Vários materiais, que devem ser economicamente viáveis, podem ser usados na formulação dos substratos. É muitas vezes feito uma mistura de materiais orgânicos como turfa com pH baixo, serradura ou aparas de coníferas (Ochmian, *et al.*, 2010), casca de pinheiro moída (Krewer *et al.*, 2002), composto à base de folhas e turfa à base de cinzas de carvão (Black *et al.*, 2002), cascas de coco picado e perlite (<http://hort.uwex.edu/articles/growing-blueberries-containers/>).

Um bom substrato para mirtilo deve apresentar uma boa porosidade, um pH ligeiramente ácido, uma capacidade de reter água e os nutrientes essenciais em todo o ciclo de vida das plantas, bem como permitir uma boa drenagem (Matos, 2014).

Vários estudos têm sido realizados neste âmbito. Um estudo realizado para comparar os resultados da cultivar Patriot em três substratos (casca de cacau, serradura e turfa), mostrou que as plantas que cresceram em turfa tiveram um crescimento vegetativo maior, contudo, o rendimento foi superior em serradura, produzindo mirtilos mais ricos em N, P, K, Zn, açúcares totais e açúcares sólidos solúveis, embora tenha sido observada a perda de calibre mais acentuada ao longo da colheita, e menores concentrações de antocianinas e fenóis totais, quando comparados com mirtilos produzidos em casca de cacau e turfa (Ochmian *et al.*, 2010). Segundo estudos realizados por Black e Zimmerman (2002), o crescimento e produção, das cultivares 'Bluecrop' e 'Sierra', em vasos de 15 litros, ao longo dos três primeiros ciclos, foi melhor que em plantas que cresceram num solo típico de mirtilo.

O desenvolvimento de um sistema radicular saudável depende das características genéricas das plantas, mas também, das propriedades físicas e químicas dos substratos utilizados. Para cada espécie e tipo de recipiente é necessário encontrar o substrato ótimo para garantir a qualidade adequada ao desenvolvimento das plantas (Brito e Mourão, 2012). As características físicas são as mais importantes, por causa das relações entre o ar e a água não poderem sofrer mudanças durante a cultura. De entre as propriedades físicas a densidade do substrato, a porosidade a disponibilidade de água e de ar e, entre as propriedades químicas, os valores de pH, de condutividade elétrica e de capacidade de

troca catiónica são de extrema importância, uma vez que o teor de nutrientes pode ser corrigido posteriormente (Brito e Mourão, 2012; Verdonk *et al.*, 1983).

Segundo Miner (1994), sendo o volume de substrato utilizado em vasos reduzido, comparativamente com o solo, implica que as propriedades físicas de arejamento e retenção de água sejam muito mais exigentes no substrato. Um substrato deve ter uma elevada porosidade (percentagem de volume de substrato que não se encontra ocupada pela fase sólida), para que possa alojar no volume do vaso elevadas quantidades de água e ar, não devendo esta ser inferior a 85%. O conhecimento da densidade aparente é importante e pode servir, por exemplo, para controlar o grau de compactação, já que a densidade aparente aumenta com a compressão. O conhecimento da retenção de água e do arejamento são também essenciais, e podem servir para adaptar a dotação de rega.

III. Material e métodos

1. Localização dos ensaios

Os ensaios decorreram na Herdade Experimental da Fataca (HEF), localizada no concelho de Odemira, a uma latitude e longitude de, respetivamente, 37° 30'N e 8° 45'O e que dista 4 km do Oceano, estando a uma altitude de 106 m. A HEF está incluída no perímetro regado do Mira e no Parque Natural do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina.

2. Ensaio 1 – Efeito das horas de frio na cultura do mirtilo do tipo “highbush”

2.1. Caracterização climática

A temperatura do ar (horária) foi registada através da Estação da Zambujeira do Instituto Português do Mar e da Atmosfera, localizada na HEF.

A análise dos dados climáticos é reportada aos meses de outubro de 2013 a agosto de 2014. Os dados utilizados foram das temperaturas médias mensais (mínima, média e máxima).

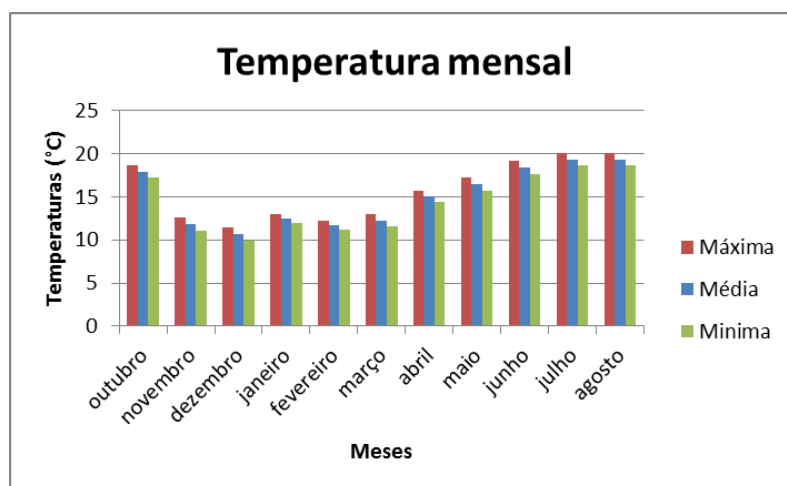


Figura 1. Temperaturas médias mensais (mínima, média e máxima) na Zambujeira, de outubro de 2013 a agosto de 2014.

2.2. Rega e fertilização

Foi utilizado um sistema de rega gota a gota com dois gotejadores de 3 l/h por vaso. A rega do ensaio foi diária, sendo efetuadas, em média, quatro regas de 15 minutos (em função do volume drenado).

A adubação foi feita através da água de rega. O sistema era composto por três tanques tendo sido programado em todos o mesmo volume de injeção. Cada tanque tinha a capacidade para 1000 l e a seguinte quantidade de adubos e a respetiva composição:

Tanque A	50 kg de sulfato de potássio (52% K_2O e 45% SO_3); 25 kg de fosfato monopotássico (52% P_2O_5 e 34% K_2O);
Tanque B	50 kg de sulfato de amónio (21% N e 60% SO_3); 25 kg de sulfato de magnésio (16% MgO e 32% SO_3);
Tanque C	3,0 kg de uma solução multimicro + 400 g de ferro + 100 g de boro.

A condutividade estava programada no sistema para 1,0 mS/cm, sendo que a água da charca que abastece o sistema de rega tem a condutividade de 0,3 mS/cm, com redução de 0,1 mS/cm de condutividade por cada 600 W/m² de radiação disponível. No dia 23 de setembro diminui-se a condutividade para 0,6 mS/cm.

2.3. Técnicas culturais

As plantas deste ensaio encontravam-se em vasos de 12 litros com substrato Siro® Ácido, um substrato especial para o cultivo profissional para a plantação e transplante de plantas acidófilas. Possui uma textura média, pH baixo, e é enriquecido em adubos de libertação controlada. É constituído por húmus SIRO® Agro1, casca de pinheiro, turfas loiras selecionadas, e tem as seguintes características químicas:

pH ($CaCl_2$)	4,0 – 5,0
Condutividade	0.6 – 1.0 CE
Humidade	50-60%
M.O.	>70%
Azoto (N) Total	100 – 200 mg/l
Fósforo (P_2O_5)	100 – 200 mg/l
Potássio (K_2O)	200 – 400 mg/l

Os vasos foram colocados sobre uma tela de forma a não estarem em contacto permanente com o solo.

O controlo de infestantes foi feito manualmente sempre que necessário.

Antes da altura da colheita foi colocada uma rede anti pássaros.



Figura 2. Visão geral do ensaio no dia 12 julho, em que se pode observar a rede anti pássaros.

À saída das plantas da câmara frigorífica efetuou-se um tratamento preventivo para a *Botrytis cinerea* com 'Switch' - 37,5% (p/p) de ciprodinil + 25% (p/p) de fludioxonil.

As plantas usadas foram podadas antes da entrada em câmara, de acordo com as práticas culturais utilizadas na HEF.

2.4. Material Vegetal

Neste ensaio foram usadas plantas de 4 anos, de 3 diferentes cultivares de mirtilo: 'Legacy', 'Duke' e 'Elizabeth'.

'Legacy'- Lançada em 1993 pelas USDA e Rutgers University, Nova Jersey. O arbusto é vigoroso, ereto, com crescimentos abertos e canas flexíveis. A floração é tardia. (Lyrene e Ballington, 2006). O seu pedigree é 'Elizabeth' x US75 (*Vaccinium darrowi*, 'Florida 4B', x 'Bluecrop') (<http://ncblueberryjournal.blogspot.pt/2011/08/blueberry-cultivar-legacy.html>). Os frutos são médios a grandes, moderadamente firmes, e tem uma boa cicatriz e sabor (Krewer e NeSmith, 2006). Segundo Retamales e Hancock (2012b), esta variedade encaixa nos SHB e necessita de 400 a 600 horas de frio.

'Duke'- É um mirtilo do tipo "highbush" lançado em 1987 pela Cooperative Blueberry Breeding Program of the USDA e pela New Jersey Agricultural Experiment Station. A 'Duke' foi avaliada como G-354 e resulta do cruzamento entre G-100 ('Ivanhoe' x 'Earliblue') e 192-8 (E-30 x E-11) feito em meados dos anos 60 por Arlen Draper. Esta cultivar tem produções elevadas consistentes e um bom vingamento depois da auto polinização. A fruta é precoce e

firme com uma longa vida de armazenamento. Tornou-se um padrão para a indústria nos anos 90 e foi provavelmente a cultivar mais importante do mundo no início dos anos 2000. Arlen Draper estava hesitante em lançar a 'Duke' porque pensava que não tinha sabor suficiente, contudo, esta tem duas características que a fazem destacar-se: é crocante quando se trinca sendo agradável de comer, e mantém muito bem o sabor em armazenamento. É largamente plantada nos Estados Unidos e na América do Sul (Volk *et al.*, 2013). Necessita de 800 a 1000 horas de frio ([http://www.fallcreeknursery.com/nursery/variety/nursery_northern-\"highbush\"](http://www.fallcreeknursery.com/nursery/variety/nursery_northern-\)). Retamales e Hancock (2012b), referem que esta cultivar tem uma necessidade de frio superior a 800 horas.

'Elizabeth'- Resulta do cruzamento ('Katherine' x 'Jersey') x 'Scammel', realizado em 1966 (Pavlis, 2000) e deve o seu nome a Elizabeth White, uma especialista em mirtilo que ficou famosa por escolher variedades pelo seu sabor autêntico a mirtilo. Este arbusto cresce até 1,5 metros de altura e produz até 22 kg de bagas com calibre de 20 mm. O perfume altamente aromático destes frutos apenas serve para aumentar o seu sabor doce. A 'Elizabeth' é considerada a que possui o melhor sabor de todos os mirtilos de meia estação (<http://www.hartmannsplantcompany.com/miva/merchant.mv>). Já não é comercialmente importante devido às suas produtividades inconsistentes (Pavlis, 2000). A floração é tardia. É uma variedade recomendada para regiões frias (<http://www.multibaies.com/en/contact-us2/range-of-varieties/northern-highbush>). Devido a esta já não ser uma cultivar comercialmente importante não foi possível encontrar mais informação sobre as horas de frio requeridas para esta cultivar, mas uma vez que tem necessidades de frio elevadas assume-se que terá necessidades de frio superiores a 1000 horas.

2.5. Delineamento experimental

Este ensaio foi realizado ao ar livre, em 3 linhas paralelas, com orientação Norte-Sul, tendo sido as diferentes modalidades distribuídas com o auxílio da tabela de números aleatórios. No anexo 1 encontra-se um esquema de campo do ensaio.

As plantas das três cultivares foram divididas em 6 modalidades, que correspondem a tratamentos com diferentes horas de frio. Nas modalidades 1, 2, 3, 4 e 5, seis plantas de cada cultivar foram colocadas numa câmara frigorífica, a uma temperatura de 4°C no dia 23 de janeiro, 28 de Janeiro, 4 de fevereiro, 10 fevereiro e 18 de fevereiro. A modalidade controlo corresponde às seis plantas de cada cultivar que permaneceram ao ar livre.

Até ao dia de entrada em câmara frigorífica cada modalidade (1, 2, 3, 4 e 5) adquiriu, respetivamente, as seguintes horas de frio: 392, 409, 427, 427 e 451.

No dia 11 de março as plantas foram retiradas da câmara frigorífica e colocadas ao ar livre, perfazendo a modalidade 1, 2, 3, 4 e 5 respetivamente 1128, 1008, 840, 696 e 504 horas de frio na câmara frigorífica. No total, ou seja, somando as horas de frio recebidas ao ar livre com as horas de frio da câmara frigorífica as modalidades 1, 2, 3, 4 e 5 adquiriram respetivamente 1520, 1417, 1267, 1123 e 955 horas de frio. A modalidade controlo, que permaneceu sempre ao ar livre, fez até ao dia 11 de março 501 horas de frio. Após o dia 11 de março todas as plantas receberam mais 117 horas de frio, que não são contabilizadas uma vez que todas receberam a mesma quantidade. Com estes tratamentos as três cultivares em estudo cumpriram as necessidades em frio para o seu normal desenvolvimento.

O modelo utilizado para a quantificação das horas de frio foi o modelo das horas de frio, ou seja, o somatório das horas de temperatura entre 0 e 7,2°C. Apesar de existirem vários outros modelos disponíveis, este foi o escolhido, uma vez que, é o modelo mais difundido e, ainda hoje, o mais utilizado. Como se pode ver em Olmstead *et al.*, (2015), nos “sites” dos diferentes distribuidores do setor como por exemplo http://www.fallcreeknursery.com/nursery/two_column/nursery_chill-hours, e na maioria dos artigos utilizados neste trabalho.

Quadro 2. Resumo do número de horas de frio, até ao dia 11 e março.

Modalidade	Ar livre	Câmara frigorífica	Total
Controlo	501	-	501
1	392	1128	1520
2	409	1008	1417
3	427	840	1267
4	427	696	1123
5	451	504	955

2.6. Registos e Observações

Para cada uma das modalidades, foram no início do ensaio, selecionados 3 ramos (em diferentes plantas). Marcaram-se ramos do ano, todos aproximadamente inseridos na mesma zona das plantas (lado poente), com comprimentos médios de 20 a 30 cm e com um número semelhante de gomos florais e vegetativos. Foram efetuados os seguintes registos biométricos por ramo:

- Comprimento total do ramo;
- Comprimento da haste floral (do primeiro gomo floral ao ápice);
- Diâmetro da base do ramo;
- Nº de gomos vegetativos;
- Nº de gomos florais.

Em cada ramo foram registados semanalmente desde o dia 12 de março (data de saída da câmara das diferentes modalidades), até ao início da colheita, os dados fenológicos usando a escala obtida através da junção da escala de classificação dos estados fenológicos do mirtilo da Universidade de Michigan (USA), e a escala BBCH (Santos *et al.*, 2014) (Anexo 2).

Para cada um destes ramos foram ainda registados, na floração, o número de flores por gomo e na altura de produção:

- Quantidade de frutos colhidos por gomo;
- Peso dos frutos do ramo;

Registou-se ainda, semanalmente, para cada planta com ramo marcado e para o conjunto das 3 restantes plantas da modalidade o peso dos frutos.

2.7. Tratamento dos Dados

O ensaio seguiu um delineamento fatorial a 2 fatores: cultivar e tratamento. O fator tratamento contempla as 6 diferentes modalidades de frio (controlo, 1, 2, 3, 4 e 5).

Para uma melhor perceção dos dados foram criadas, através dos dados recolhidos, novas variáveis: Área Seccional do ramo (ASR), Índice Floral (IF), Densidade de Flores (DF), % Abrolhamento (AB), % Gomos que atingiram o início da colheita (GC), % Vingamento final (VF), cujas fórmulas são apresentadas de seguida.

- $ASR (cm^2) = \pi \times (\text{raio do ramo})^2$
- $IF = \text{número de gomos florais} / \text{número gomos totais}$

- $DF \text{ (nº de gomos florais/ cm}^2\text{)} = \text{número gomos florais/ ASR}$
- $AB \text{ (\%)} = (\text{número gomos florais abrolhados/ número gomos florais totais}) * 100$
- $GC \text{ (\%)} = (\text{número gomos florais vivos até colheita/ número de gomos florais totais}) * 100$
- $VF \text{ (\%)} = \text{número de frutos colhidos / número de flores} * 100$

Para o tratamento dos dados foi realizado um teste de comparação múltipla de médias de Tukey, a um nível de significância de $p=0,05$, utilizando o Software Statistix 9.0 (Analytical Software, Tallahassee, Florida).

Para as percentagens a transformação utilizada foi $\sqrt{(\text{Arcsin } (\%))}$.

3. Ensaio 2 – Efeito do volume do vaso e tipo substrato no crescimento do mirtilo

3.1. Técnicas Culturais

Neste ensaio foram utilizados dois substratos, um substrato Siro® preparado propositadamente para o ensaio e um outro preparado na HEF constituído por fibra de coco, casca de pinheiro compostada e perlite (3:2:1 v/v).

Nos quadros seguintes apresentam-se as características físicas e químicas dos dois substratos em estudo. A caracterização física dos substratos, nomeadamente, os parâmetros densidade aparente, porosidade total, água facilmente disponível, reserva de água e água disponível, foram determinados de acordo com a metodologia proposta por Verdonck e Gabriels (1992). As propriedades químicas dos substratos (pH, condutividade elétrica e teor de elementos extraíveis) foram determinadas no extrato aquoso 1:5 (substrato/água) de acordo com as Normas Europeias EN 13037 (CEN, 1999a), EN 13038 (CEN, 1999b) e EN 13652 (CEN, 2001).

Quadro 3. Características Físicas: densidade aparente, porosidade total, arejamento, água facilmente disponível, reserva de água e água disponível, do substrato Siro e do substrato HEF

Propriedades Físicas	Substrato Siro	Substrato HEF	Valores Recomendados*
Densidade aparente (g/dm ³)	199,8	137,9	-
Porosidade total (% v/v)	87,6	92,4	>85%
Arejamento a pF1 (% v/v)	39,5	37,1	-
Água facilmente disponível (% v/v)	12,9	16,5	20-30%
Reserva de água (% v/v)	3,0	4,1	4-10%
Água disponível (% v/v)	15,8	20,5	24-40%

*Valores recomendados retirados de Brito e Mourão (2012)

Quadro 4. Propriedades químicas: pH, condutividade elétrica (CE), nitrato (N- NO₃⁻), amônio (N- NH₄⁺), fósforo (P), magnésio (Mg), cálcio (Ca), potássio (K), sódio (Na), cobre (Cu), zinco (Zn), manganês (Mn) e ferro (Fe), do substrato Siro e do substrato HEF

Propriedades Químicas	Substrato Siro	Substrato HEF
pH	5,2	6,2
CE (µS/cm)	171,7	91,2
N- NO ₃ ⁻ (mg/L)	51,4	0,2
N- NH ₄ ⁺ (mg/L)	13,5	0
P (mg/L)	45,4	25,5
Mg (mg/L)	21,4	10
Ca (mg/L)	47,9	46
K (mg/L)	142,1	203
Na (mg/L)	34,5	53,2
Cu (mg/L)	0,16	0,2
Zn (mg/L)	2,5	2,0
Mn (mg/L)	6,9	6,4
Fe (mg/L)	28,8	39,0

No fim do ensaio mediu-se o pH e condutividade dos dois substratos utilizados, apresentando-se os resultados no quadro 5.

Quadro 5. pH e condutividade elétrica (CE), no fim do ensaio

	Substrato Siro	Substrato Fataca
pH	4,1	4,3
CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	282,3	295,8

Todas as plantas se encontraram sobre as mesmas condições de temperatura e fertirrega.

No dia 18 de fevereiro foram manualmente retiradas as flores, sendo posteriormente retiradas sempre que necessário.

No dia 20 de maio foi aplicado um inseticida (9,5% (p/p) de lambda-cialotrina - “Karate”) para o tratamento de afídios.

No mês de maio efetuou-se uma poda de formação, com recolha da lenha de poda.

3.2. Material Vegetal

Neste ensaio foram usadas plantas de um ano da cultivar ‘Paloma’:

‘Paloma’- É um SHB cruzado e selecionado por Patrick J. Hartmann e Arthur Elliot de Earleton, Florida. As plantas são vigorosas crescendo até uma altura de 1,5 a 1,8 metros e têm hábitos de vegetação eretos. Os rendimentos são elevados com 3,6 a 6,4 kg por planta em Earleton, Florida. O tamanho do fruto é médio e uniforme do início ao fim da colheita. A qualidade da baga é excelente com uma pequena cicatriz. A colheita pode ser feita à mão ou por colheita mecânica. Com hábito de crescimento ereto e amadurecimento uniforme é a escolha perfeita para colheita mecânica. O armazenamento é excelente. Cultivar para o mercado primor devido ao magnífico sabor, tamanho e maturação precoce. As plantas são auto férteis e não precisam de polinizadora como outras cultivares de SHB (<http://hartmannsplantcompany.com/miva/merchant.mv>). São necessárias entre 100 a 600 horas de frio, no máximo, para quebrar a dormência (Parente, 2014). Esta cultivar é marca registada da empresa Hartmann’s Plant Company.

3.3. Delineamento experimental

Neste ensaio as plantas foram divididas em quatro modalidades, que correspondem a diferentes substratos e capacidade dos vasos, sendo a modalidade 1, 2, 3 e 4 respectivamente: vasos 25 litros com substrato HEF, vasos 25 litros com substrato Siro, vasos 15 litros com substrato HEF e vasos 15 litros com substrato Siro.

Os vasos de 25 litros tinham um diâmetro de 35 cm e uma altura de 30 cm, enquanto os vasos de 15 litros tinham um diâmetro de 30 cm e uma altura de 26 cm.

Este ensaio foi levado a cabo dentro de uma estufa (não aquecida, com 3,2m de pé direito, 13,0 m de largura e 30,0 m de comprimento, com aberturas de ventilação lateral e nas cumeeiras) na HEF, estando dividido por duas linhas, cada uma com seis plantas de cada modalidade.

Nos dias 1 de julho e 4 de novembro foram analisadas 3 plantas por modalidade sendo posteriormente analisados vários parâmetros biométricos.

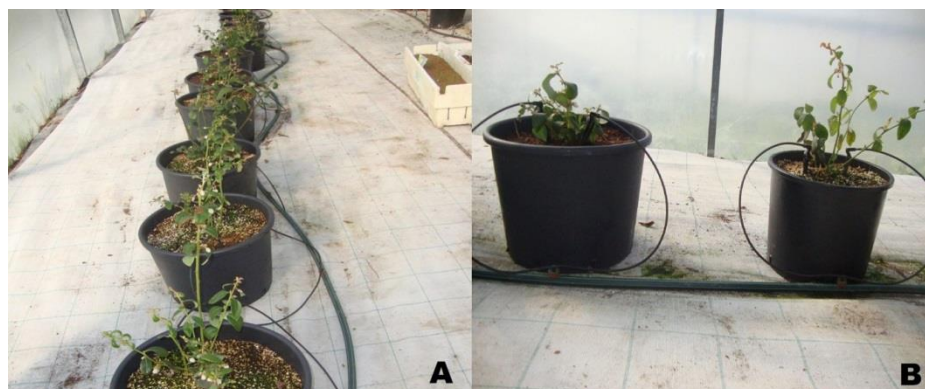


Figura 3. Imagem geral de uma das linhas do ensaio (marcado com a letra A); Diferenças entre os tamanhos dos vasos e entre os substratos (marcado com a letra B).

3.4. Registos e Observações

Durante o período do ensaio fizeram-se 3 destruições de plantas, a primeira no início do ensaio e tendo sido destruídas 3 plantas (que se encontravam em vasos de 2 litros e em substrato Siro® mirtilo), a segunda a meio do ensaio (1 de julho) e a terceira no fim do ensaio (4 de novembro), tendo nestas duas últimas sido destruídas 3 plantas de cada modalidade. Em todas as destruições foram efetuados os seguintes registos biométricos:

- Comprimento dos ramos;
- Diâmetro da base do ramo;
- Nº de folhas;
- Peso fresco dos ramos e folhas;
- Peso fresco das raízes finas (diâmetro inferior a 2 mm) e grossas (diâmetro superior a 2 mm);
- Área Foliar;
- Peso seco dos ramos, folhas;
- Peso seco das raízes finas e grossas.

Para a medição dos diâmetros foi utilizada uma craveira digital 'Mitutoyo Cd-15DC', e para os pesos uma balança digital 'Mettler PM 2000' de precisão 0,01 g.

Na medição da área foliar utilizou-se um medidor de área foliar 'Mark 2' (Delta T Devices).

Para as medições dos pesos das raízes teve de se proceder à sua lavagem. Esta consistiu em cortar o conteúdo dos vasos em pedaços e lava-los, com água, até se obter raiz isenta de substrato.

Os pesos secos dos ramos e folhas foram registados após passagem por estufa de secagem a 70°C durante 3 dias. As raízes, depois de lavadas, estiveram a 40°C, durante 3 dias, para que não houvesse destruição dos açúcares presentes nestas.

3.5. Medição do teor de clorofila

Para a medição do teor em clorofila foram analisadas dez folhas por planta, com o SPAD-502 da Minolta. O critério para a escolha das folhas para as medições teve em conta a exposição (as que estavam mais expostas), o local no ramo (folhas do terço médio, excluindo desta forma as primeiras folhas que ainda se encontravam muito jovens) e o estado fitossanitário.



Figura 4. Medição do teor de clorofila com o SPAD-502 da Minolta.

3.6. Tratamento dos Dados

Este ensaio seguiu um delineamento fatorial a 2 fatores: tamanho do vaso e tipo de substrato.

Para o tratamento dos dados foi realizado um teste de comparação múltipla de médias de Tukey, a um nível de significância de $p=0,05$, utilizando o Software Statistix 9.0 (Analytical Software, Tallahassee, Florida).

III. Resultados e Discussão

1. Ensaio 1 - Efeito das horas de frio na cultura do mirtilo do tipo “highbush”

1.1. Caracterização biométrica

Sendo muito importante conhecer as características das plantas e dos seus ramos, após a poda de inverno, no início do ensaio, realizou-se uma caracterização biométrica para as diferentes cultivares e tratamentos (Quadro 6 e 7, respetivamente), uma vez que não há interação entre estes (Anexo II).

Quadro 6. Características biométricas para as cultivares Legacy, Duke e Elizabeth: ASR (área seccional do ramo), nº de gomos florais no ramo, IF (Índice floral=percentagem de gomos florais relativas aos gomos totais), DF (Densidade floral=número de gomos florais por cm² de área seccional do ramo), CHF (Comprimento da Haste Floral) e CTotal (comprimento total do ramo).

Cultivar	ASR cm ²	Nº gomos florais	IF	DF	CHF cm	CTotal cm
Legacy	0,10 B	9,7	61,2	106,4 A	9,6	21,9
Duke	0,14 A	8,7	67,2	69,2 B	8,6	20,2
Elizabeth	0,16 A	10,1	66,2	69,9 B	9,8	23,4
Média	0,13	9,5	65,1	81,8	14,2	21,8
EP	0,008	0,49	2,06	6,9	0,79	0,92
Nível de sig.	<0,001	N.S.	N.S.	<0,001	N.S.	N.S.

Teste de comparação múltipla de médias de Tukey para $\alpha=0,05$, letras diferentes em coluna indicam valores estatisticamente diferentes, EP - Erro padrão da média, N = 18 ramos.

As cultivares Duke e Elizabeth apresentaram um valor significativamente maior na área seccional do ramo, quando comparadas com a cultivar Legacy. A cultivar Legacy apresentou um valor significativamente maior para a densidade floral, quando comparada com as cultivares Duke e Elizabeth. Para o número de gomos florais, índice floral, comprimento da haste floral e comprimento total do ramo, não existiam diferenças significativas entre cultivares (quadro 6). A cultivar Legacy é, portanto, a que apresenta os ramos mais finos e com maior densidade floral. Os valores de ASR e de DF, estando relacionados entre si,

evidenciam o menor vigor vegetativo da cultivar Legacy para um mesmo número de gomos florais.

Quadro 7. Características biométricas nos tratamentos de frio: ASR (área seccional do ramo), número de gomos florais no ramo, IF (Índice floral=percentagem de gomos florais relativos aos gomos totais), DF (Densidade floral=número de gomos florais por cm² de área seccional do ramo), CHF (Comprimento da Haste Floral) e CTotal (comprimento total do ramo). Controlo (501 horas), tratamento 1 (1520 horas), tratamento 2 (1417 horas), tratamento 3 (1267 horas), tratamento 4 (1123 horas) e tratamento 5 (955 horas).

Tratamento	ASR cm ²	Nº Gomos Florais	IF %	DF	CHF Cm	CTotal cm
Controlo	0,12 AB	10,6	61,6	102,2 A	16,7	25,4 A
1	0,10 B	10,0	71,3	103,6 A	14,3	18,7 B
2	0,16 A	9,4	61,2	66,8 BC	14,3	23,5 AB
3	0,15 AB	8,8	63,3	62,2 C	12,3	22,1 AB
4	0,12 AB	9,8	69,6	93,4 AB	13,3	19,1 B
5	0,14 AB	8,4	63,6	62,8 C	14,5	22,1 AB
Média	0,13	9,5	65,1	81,8	14,2	21,8
EP	0,01	0,7	2,9	9,7	1,1	1,3
Nível de sig.	<0,01	N.S.	N.S.	< 0,05	N.S.	<0,01

Teste de comparação múltipla de médias de Tukey para $\alpha=0,05$ para ARS e CTotal, teste LSD para DF. Letras diferentes em coluna indicam valores estatisticamente diferentes, EP - Erro padrão da média, N = 9 ramos.

O tratamento 2 (1417 horas de frio) apresentou um valor significativamente maior, para a área seccional do ramo, do que o tratamento 1 (1520 horas de frio), não sendo diferente dos restantes tratamentos (quadro 7).

No caso da densidade floral, o coeficiente de variação foi de 35,7 e apesar da ANOVA ser significativa (probabilidade= 0.043) o teste de Tukey não revelou diferenças entre as médias. No entanto, outro teste menos exigente como o LSD já permitiu mostrar estas diferenças. Assim, o tratamento 2 foi diferente do controlo, do 1 e do 4. O tratamento 1 apresentou o valor absoluto de densidade floral mais elevado (quadro 7).

O tratamento controlo apresenta um comprimento total significativamente maior que os tratamentos 1 e 4, não diferindo dos restantes (quadro 7).

Para o número de gomos florais, índice floral e comprimento da haste floral não se observaram diferenças significativas (quadro 7).

Da análise da caracterização biométrica verifica-se que existiram diferenças para as cultivares e tratamentos de frio. As diferenças observadas deverão ser tidas em conta na análise de resultados.

1.2. Abrolhamento, Gomos vivos até à colheita e Vingamento Final

O estudo do abrolhamento dos gomos é fundamental para o correto conhecimento da influência do número de horas de frio no desempenho das diferentes cultivares. Segundo Darnell e Davies (1990), a percentagem de abrolhamento aumenta com o aumento da duração do período de frio.

As cultivares e tratamentos foram analisadas separadamente, uma vez que, a interação não foi significativa (Anexo III).

Neste ensaio, observou-se, em todas as cultivares, uma percentagem muito elevada de abrolhamento dos gomos, com percentagens semelhantes de sobrevivência até à colheita. Apenas no vingamento final se observaram diferenças significativas entre a Legacy e Duke para a Elizabeth (Quadro 8).

Quadro 8. Caracterização fenológica para as diferentes cultivares. Percentagens de abrolhamento de gomos vivos até à colheita (GC) e de vingamento final (VF), para as cultivares Legacy, Duke e Elizabeth.

Cultivar	Abrolhamento	GC	VF
	%	%	%
Legacy	99,0	93,2	78,8 A
Duke	100,0	92,3	77,7 A
Elizabeth	98,9	87,0	64,2 B
Média	99,3	90,8	73,6
EP	0,58	2,37	2,68
Nível de sig.	N.S.	N.S.	<0,01

Teste de comparação múltipla de médias de Tukey para $\alpha=0,05$, letras diferentes em coluna indicam valores estatisticamente diferentes. EP - Erro padrão da média. N = 18 ramos.

Quanto à taxa de Gomos vivos até à colheita (GC), apesar de não haver diferenças significativas, a Legacy é a cultivar que apresenta uma maior percentagem de gomos vivos até à entrada em produção, sendo a cultivar Elizabeth a que apresenta a menor percentagem, não alcançando os 90%.

Quadro 9. Caracterização fenológica para os diferentes tratamentos de frio. Percentagens de: abrolhamento, gomos vivos até à colheita e vingamento final, para os diferentes tratamentos de frio, controlo (501 horas), tratamento 1 (1520 horas), tratamento 2 (1417 horas), tratamento 3 (1267 horas), tratamento 4 (1123 horas) e tratamento 5 (955 horas).

Cultivar	Abrolhamento %	GC %	VF %
Controlo	97,9	82,4 B	73,7
1	100,0	85,9 B	75,9
2	100,0	100,0 A	79,8
3	99,0	90,3 AB	65,2
4	99,0	92,3 AB	73,3
5	100,0	94,1 AB	73,5
Média	99,3	90,8	73,6
EP	0,83	3,35	2,67
Nível de sig.	N.S.	<0,05	N.S.

Teste de comparação múltipla de médias de Tukey para $\alpha=0,05$, letras diferentes em coluna indicam valores estatisticamente diferentes. EP - Erro padrão da média. N = 9 ramos.

A análise aos diferentes tratamentos mostra que, apesar de não haver diferenças significativas, os tratamentos 1, 2 e 5 são os que apresentam a melhor percentagem de abrolhamento, alcançando os 100%. O tratamento controlo foi o que apresentou a menor percentagem de abrolhamento. Verificou-se que todos os tratamentos de frio apresentaram uma percentagem de abrolhamento muito elevada, incluindo a testemunha com apenas 501 horas com percentagens anormalmente altas para a região (quadro 9) (Baptista *et al*, 2006).

O tratamento 2 apresenta um valor significativamente maior na sobrevivência de gomos até ao início da colheita (GC), quando comparado com os tratamentos controlo e 1, não sendo significativamente diferente dos restantes. Quanto ao vingamento final, apesar de não haver

diferenças significativas observa-se que é também o tratamento 2 o que apresenta o valor mais elevado (quadro 9).

Assim, o tratamento 2 (1417 horas) foi o que apresentou os melhores resultados para todos os parâmetros em estudo, sendo o melhor tratamento de frio para as três cultivares. Os tratamentos controle e 1 (501 e 1520 horas de frio, respetivamente), apresentaram os piores resultados. No caso do tratamento controle, estes maus resultados, poderão estar ligados à falta de frio, uma vez que, segundo vários autores quando as necessidades de frio não são satisfeitas, podem-se apresentar sintomas como o atraso no abrolhamento dos gomos, abrolhamento irregular e disperso e queda de gomos (Moreno, 1996; Norvell e Moore, 1982; Darnell e Davies, 1990; Retamales e Hancock, 2012b). O tratamento 1 poderá ter apresentado estes resultados devido ao excesso de frio, uma vez que segundo Cappiello e Dunhan (1994), se os danos provocados pelo frio restringirem o fluxo de água e nutrientes o crescimento da inflorescência é lento e restrito ou completamente inibido. Parente (2014), chegou também à conclusão que, plantas expostas a tratamentos prolongados de frio provocam a morte, e consequentemente perda de gomos florais.

1.3. Fenologia

Para o estudo da fenologia, foram determinados os estados dos gomos, sendo apresentados a duração dos mesmos, para as diferentes cultivares. A recolha de dados semanal, dificultou, especialmente nos tratamentos em que o ciclo foi mais rápido, a observação de alguns estados fenológicos. Por este motivo, alguns estados não estão representados nas figuras 5, 6 e 7.

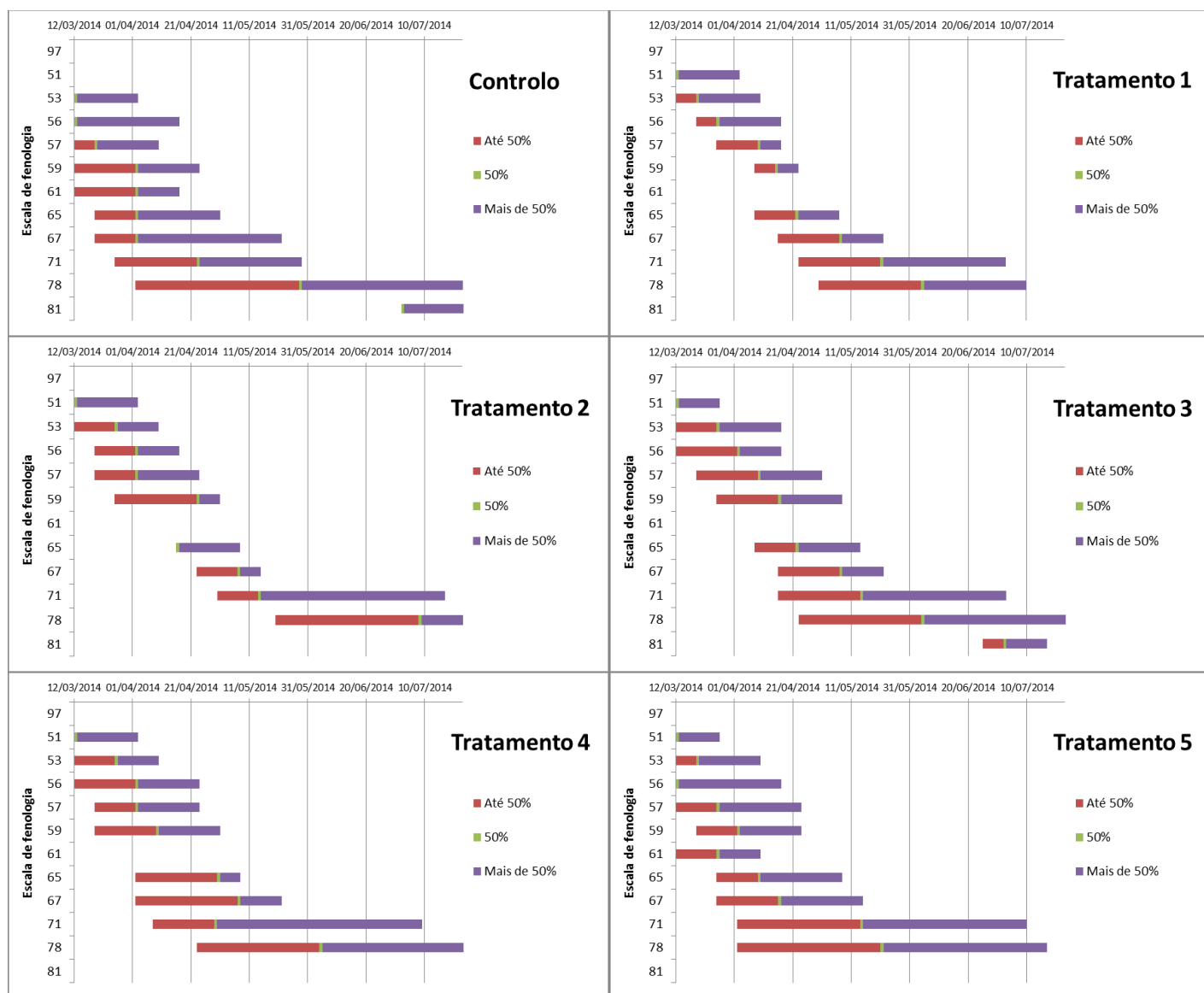


Figura 5. Duração dos estados fenológicos (escala de Santos *et al.*, 2014) da cultivar Legacy para o tratamento controlo (501 horas de frio), tratamento 1 (1520 horas de frio), tratamento 2 (1417 horas de frio), tratamento 3 (1267 horas de frio), tratamento 4 (1123 horas de frio) e tratamento 5 (955 horas de frio). A vermelho duração até 50% dos gomos atingirem o estado, a verde corresponde a 50% dos gomos num estado e a azul mais de 50% dos gomos num estado.

A cultivar Legacy, na data de início da observação fenológica (12 de março) já não apresenta o estado 97 (gomo dormente) em qualquer dos tratamentos. No tratamento controlo (que permaneceu sempre ao ar livre) podem observar-se apenas os estados fenológicos 53 (abrolhamento) a 61 (início da floração) (figura 5).

No dia 1 de abril a testemunha estava no estado fenológico correspondente à queda das corolas (67) e os restantes tratamentos no gomo floral verde e gomo inicial rosa (56/57), o que indica que esta cultivar avançou na sua fenologia mesmo durante o período frio (inverno) facto que indica claramente as baixas necessidades em frio desta cultivar (figura 5).

Os tratamentos controlo e 5, que correspondem a menos horas de frio (501 e 955, respetivamente), são os que alcançam 50% dos gomos no estado 78 mais cedo, tendo o tratamento 5 uma semana de antecedência, o que reforça a ideia que esta é uma cultivar com baixa exigência em frio.

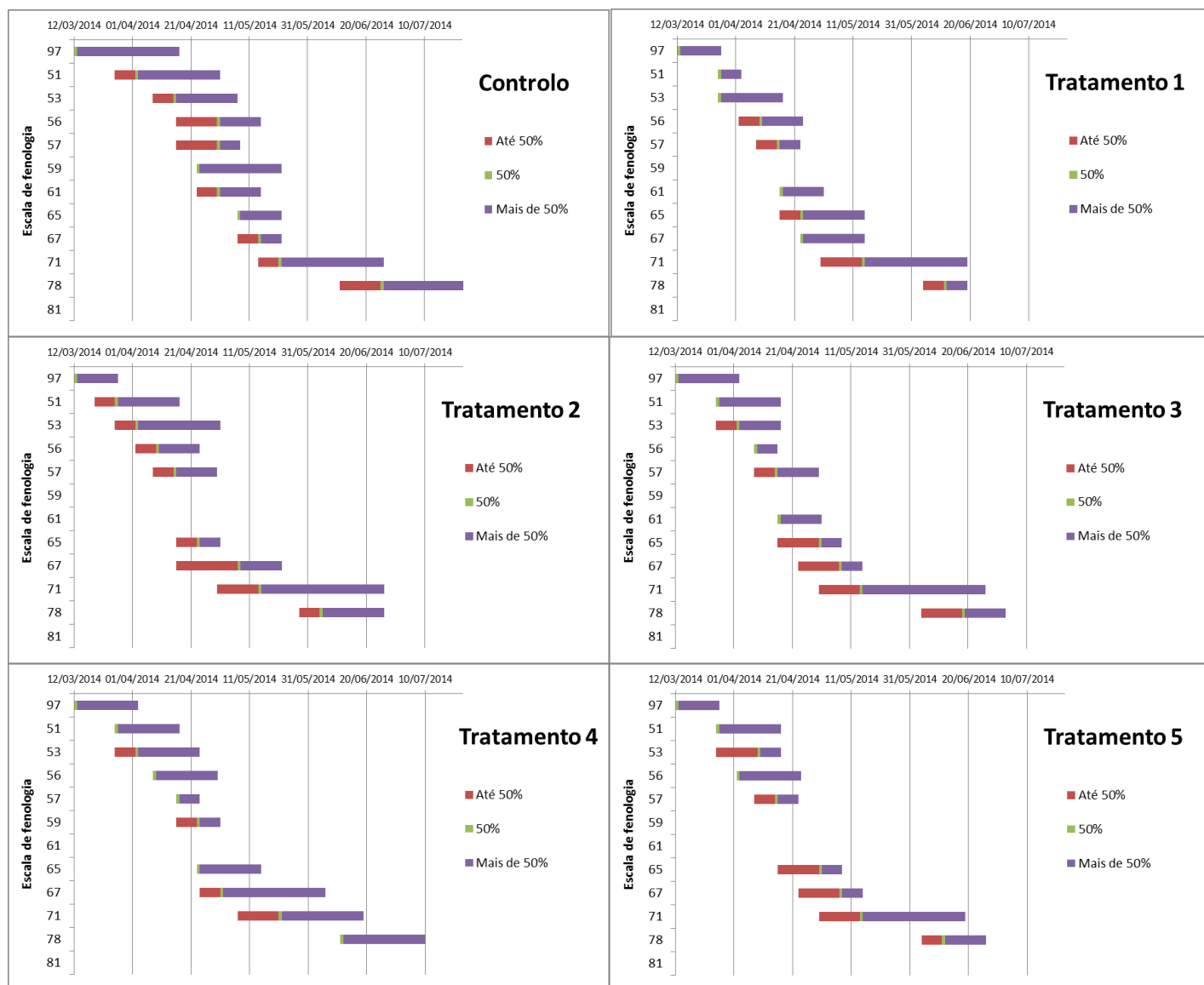


Figura 6. Duração dos estados fenológicos (escala de Santos *et al.*, 2014) da cultivar Duke para o tratamento Controlo (501 horas de frio), tratamento 1 (1520 horas de frio), tratamento 2 (1417 horas de frio), tratamento 3 (1267 horas de frio), tratamento 4 (1123 horas de frio) e tratamento 5 (955 horas de frio). A vermelho duração até 50% dos gomos atingirem o estado, a verde corresponde a 50% dos gomos num estado e a azul mais de 50% dos gomos num estado.

O tratamento Controlo (501 horas de frio) é o que se prolonga até mais tarde e o que apresenta mais estados fenológicos, ou seja, foi o tratamento em que a evolução da floração foi mais lenta. Por sua vez, o tratamento 2 (1417 horas de frio) foi o que apresentou o ciclo mais rápido, com 50% dos gomos a atingirem o estado 78, três semanas mais cedo, comparativamente ao tratamento controlo. De forma geral, os tratamentos com mais frio têm

um melhor desempenho que os tratamentos com menos frio, o que indica que esta é uma cultivar com mais exigências em frio que a cultivar Legacy (figura 6).

Observa-se também que existe uma maior homogeneidade dos estados fenológicos nesta cultivar.

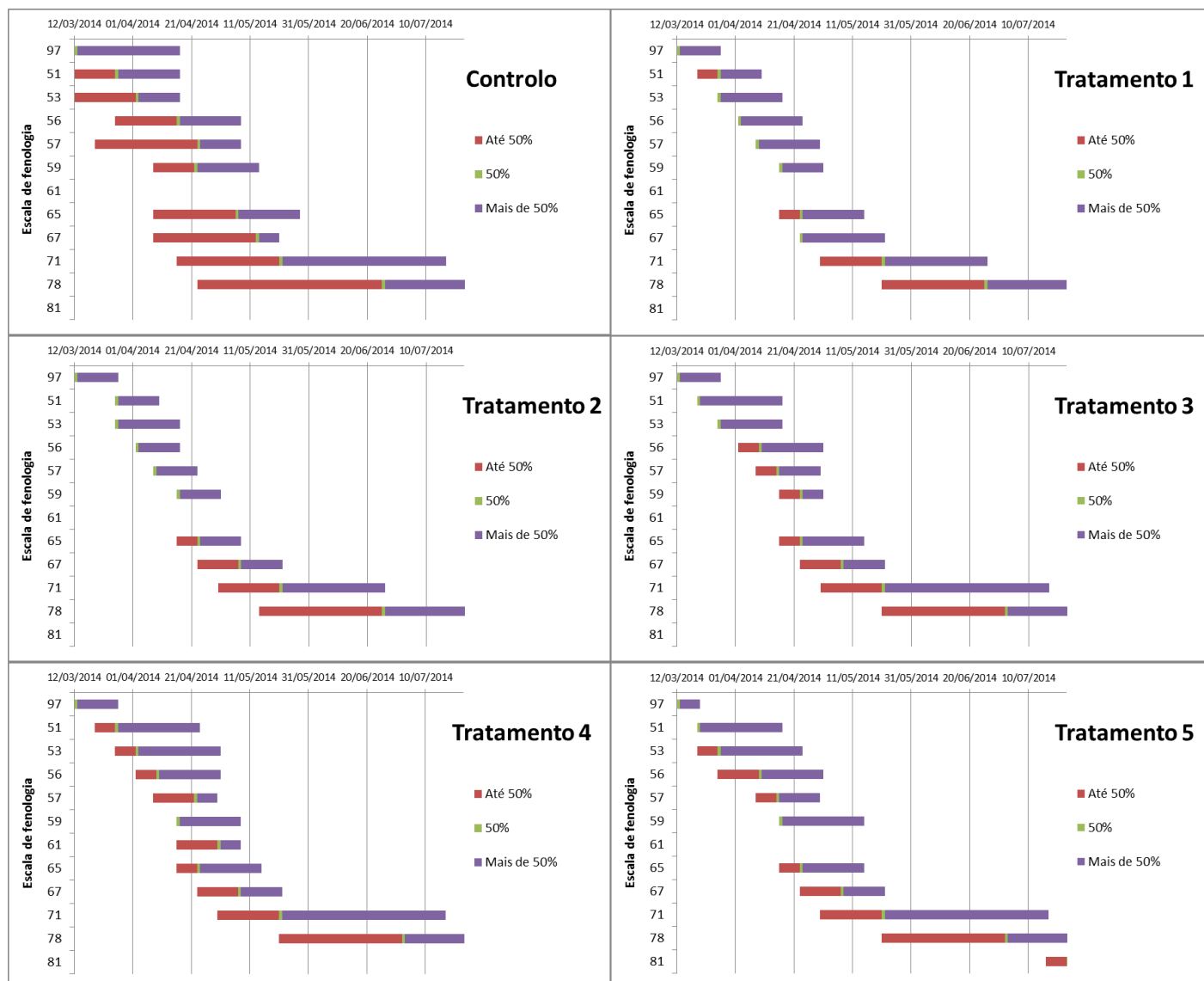


Figura 7. Duração dos estados fenológicos (escala de Santos *et al.*, 2014) da cultivar Elizabeth para o tratamento Controlo (501 horas de frio), tratamento 1 (1520 horas de frio), tratamento 2 (1417 horas de frio), tratamento 3 (1267 horas de frio), tratamento 4 (1123 horas de frio) e tratamento 5 (955 horas de frio). A vermelho duração até 50% dos gomos atingirem o estado, a verde corresponde a 50% dos gomos num estado e a azul mais de 50% dos gomos num estado.

Para a cultivar Elizabeth, em todos os tratamentos, 50% dos gomos atingem o estado 71 exatamente na mesma data, contudo o tratamento Controlo, 1 e 2 atingem os 50% dos gomos no estado 78 com uma semana de antecedência (figura 7).

Elevadas necessidades de frio, não vêm evidenciadas na sua fenologia (figura 7), o que poderá ser consequência de as plantas desta cultivar já estarem à demasiado tempo no mesmo vaso, não respondendo a estímulos externos.

1.4. Produção comercial e Curvas de Produção

Na produção comercial de frutos a cultivar Legacy apresenta um valor significativamente maior que as cultivares Duke e Elizabeth (quadro 10). Fato que demonstra que a Legacy é a cultivar mais produtiva independentemente do regime do frio a que foi submetida. Este resultado está de acordo com a caracterização biométrica realizada no início do ensaio (quadro 6).

Quadro 10. Produção comercial para as cultivares Legacy, Duke e Elizabeth

Cultivar	Produção (g)
Legacy	3976 A
Duke	2596 B
Elizabeth	2573 B
Média	3048
EP	240,4
Nível de sig.	<0,001

Teste de comparação múltipla de médias de Tukey para $\alpha=0,05$, letras diferentes em coluna indicam valores estatisticamente diferentes, EP - Erro padrão da média, N = 18 plantas.

Em relação aos tratamentos de frio não se verificaram diferenças significativas para nenhum dos tratamentos efetuados. No entanto, verifica-se que os tratamentos se encontram por ordem sequencial de quantidade de frio (excetuando o 5). Dado que a Legacy é uma cultivar com baixas exigências em frio a sua inclusão no ensaio levou a que o efeito dos tratamentos de frio fique atenuado quando realizado em conjunto (quadro 11).

Quadro 11. Produção para o tratamento controlo (501 horas de frio), tratamento 1 (1520 horas de frio), tratamento 2 (1417 horas de frio), tratamento 3 (1267 horas de frio), tratamento 4 (1123 horas de frio) e tratamento 5 (955 horas de frio).

Tratamento	Produção (g)
Controlo	2837
1	3284
2	3210
3	3200
4	3128
5	2629
Média	3048
EP	339.9
Nível de sig.	N.S.

Teste de comparação múltipla de médias de Tukey para $\alpha = 0,05$, EP – Erro Padrão da média, N= 9 plantas.

Os parâmetros cultivar e tratamento foram analisados separadamente, uma vez que, não há interação entre estes (Anexo IV).

As curvas de produção semanal, relativas aos tratamentos e para as cultivares Legacy, Duke e Elizabeth encontram-se representadas pelas figuras 8, 9 e 10, respetivamente.

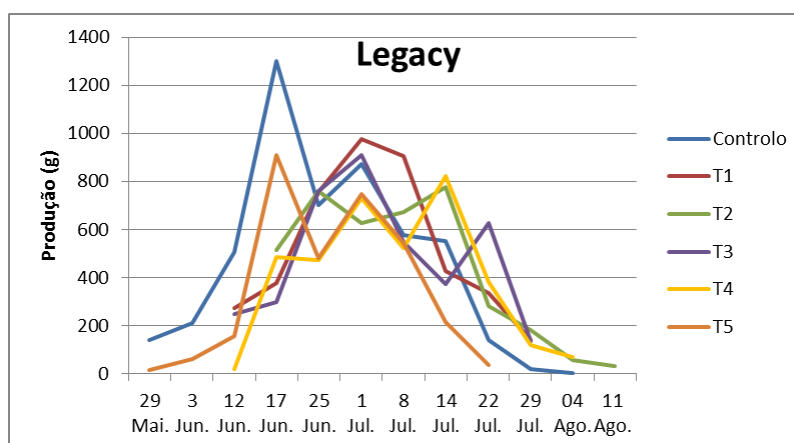


Figura 8. Produção semanal (g) para a cultivar Legacy para o tratamento controlo (501 horas de frio), tratamento 1 (1520 horas de frio), tratamento 2 (1417 horas de frio), tratamento 3 (1267 horas de frio), tratamento 4 (1123 horas de frio) e tratamento 5 (955 horas de frio).

Os tratamentos controlo e 5 (os tratamentos com menos frio) são os que entram em produção mais cedo, mantendo a tendência observada anteriormente na análise à fenologia. Estes apresentam duas semanas de antecipação em relação aos tratamentos 1, 3 e 4 e três semanas em relação ao tratamento 2, que é o último a entrar em produção.

Quanto ao volume de produção, nesta cultivar, o tratamento controlo é o que apresenta o maior valor (5,0 g por planta). O tratamento 5 apesar de entrar em produção mais cedo foi o que apresentou o menor volume de produção (3,2 kg por planta).

Estes dados sugerem, mais uma vez, que a cultivar Legacy necessita de poucas horas de frio, uma vez que, o tratamento controlo é o que apresenta a maior precocidade aliada ao maior volume de produção.

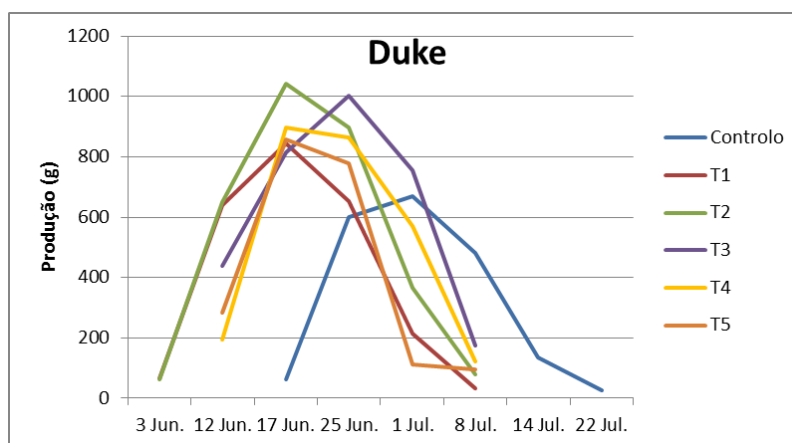


Figura 9. Produção semanal (g) para a cultivar Duke para o tratamento Controlo (501 horas de frio), tratamento 1 (1520 horas de frio), tratamento 2 (1417 horas de frio), tratamento 3 (1267 horas de frio), tratamento 4 (1123 horas de frio) e tratamento 5 (955 horas de frio).

Na cultivar Duke, todos os tratamentos de frio anteciparam a produção quando comparados com o tratamento controlo, sendo que os tratamentos 1 e 2 (os tratamentos com mais frio) são os que entram em produção mais cedo, e o tratamento controlo (que tem menos horas de frio) entra em produção mais tarde (duas semanas depois).

O volume de produção foi mais baixo no tratamento controlo (2.0 kg por planta), sendo os tratamentos 2 e 3 os que apresentam os maiores volumes (3,1 e 3,2 kg por planta, respetivamente).

Estes dados sugerem que, para esta cultivar, os melhores desempenhos são atingidos nos tratamentos com mais frio, o que indica que o sudoeste alentejano não tem as horas de frio necessárias para esta cultivar.

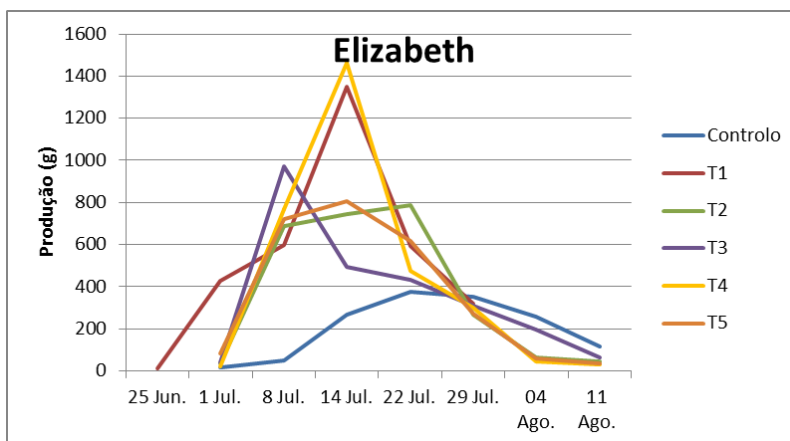


Figura 10. Produção semanal (g) para a cultivar Elizabeth para o tratamento Controlo (501 horas de frio), tratamento 1 (1520 horas de frio), tratamento 2 (1417 horas de frio), tratamento 3 (1267 horas de frio), tratamento 4 (1123 horas de frio) e tratamento 5 (955 horas de frio).

Para a cultivar Elizabeth, o tratamento 1 foi o que entrou em produção mais cedo (uma semana), tendência que se mantém da análise à fenologia, feita anteriormente. O tratamento controlo, apesar de entrar em produção na mesma semana que os restantes tratamentos apresenta um volume de produção claramente mais baixo (1,4 kg por planta), enquanto todos os tratamentos de frio apresentam valores acima das 2,5 kg por planta.

Estes dados indicam que esta é uma cultivar que necessita de bastantes frio, mais que a Legacy e a Duke, porque o volume de produção é muito pequeno no tratamento que permaneceu no ar livre (controlo) e aumenta consideravelmente com os tratamentos de frio, o que está de acordo como Lyrene e Ballington (2006), que afirmam que cultivares que não recebam frio suficiente para satisfazer as suas necessidades poderão apresentar baixas produções. Esta cultivar também não se encontra adaptada às condições climáticas do sudoeste alentejano.

2. Ensaio 2 - Efeito do volume do vaso e tipo substrato no crescimento do mirtilo

2.1. Análise de crescimento

De forma a estudar o efeito do volume do vaso e do tipo de substrato, fizeram-se análises destrutivas de plantas, em três momentos do ciclo de crescimento (o que permite avaliar a evolução das plantas). Apresenta-se em primeiro lugar a análise da evolução da parte aérea das plantas e posteriormente a análise à parte radicular. As condições de ambiente, rega e adubação foram as mesmas tal como ficou descrito no material e métodos.

2.1.1. Parte Aérea

A parte aérea das plantas no início do ensaio, antes do envasamento, era constituída por 39,3 g de peso fresco a que correspondem 16,7 g de peso seco (quadro 12). Este é o valor corresponde ao peso médio de plantas desta cultivar com 1 ano de crescimento.

Quadro 12. Caracterização inicial da parte aérea da cultivar 'Paloma' em diferentes vasos e substratos. CTot (Comprimento total dos ramos, cm), Número de folhas, PFF (Peso fresco das folhas, g), PFR (Peso fresco dos ramos, g), PSF (Peso seco das folhas, g), PSR (Peso seco dos ramos, g).

Variável	CompT (cm)	Número Folhas	PFF (g)	PFR (g)	PSF (g)	PSR (g)
Média	214	136	16,0	23,3	5,7	11,0
DP	85	67	6,6	12,6	2,5	5,0
Mínimo	120	59	9,0	10,0	3,0	5,0
Máximo	287	184	22,0	35,0	8,0	16,0

A análise destrutiva das plantas realizada a meio do período de crescimento das plantas em ensaio (1 de julho) revelou que o tipo de vaso não tem qualquer influência no crescimento das plantas. No entanto, em relação ao tipo de substrato verificou-se que existia uma diferença significativa entre o comprimento dos ramos. O maior comprimento dos ramos poderá estar ligado a uma maior ramificação induzida pela poda de formação, facto que torna este parâmetro pouco relevante para a análise de crescimento (quadro 13).

Quadro 13. Características da parte aérea da cultivar 'Paloma' em diferentes vasos e substratos. CTotal (Comprimento total dos ramos), Número de folhas, AF (Área Foliar), PFF (Peso fresco das folhas), PFR (Peso fresco dos ramos), PSF (Peso seco das folhas), PSR (Peso seco dos ramos). Destruição realizada a 1 de julho.

Variáveis	CTotal cm	Número Folhas	AF (cm ²)	PFF (g)	PFR (g)	PSF (g)	PSR (g)
Vaso 15 L	3168,7	2084,7	16307	506,6	365,5	213,2	173,6
Vaso 25 L	2853,2	1700,0	12769	454,4	339,3	170,7	153,0
Nível de sig.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Substrato HEF	3315,8 A	1977,5	16022	487,2	373,8	189,6	166,7
Substrato Siro	2706,0 B	1807,2	13054	473,8	330,9	194,3	159,9
Nível de sig.	<0,05	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Média	3010,9	1892,3	14538	480,5	352,4	191,9	163,3
EP	155,6	146,0	1546,3	30,8	31,9	22,8	11,6

Teste de comparação múltipla de médias de Tukey para $\alpha=0,05$, letras diferentes em coluna indicam valores estatisticamente diferentes. EP - Erro padrão da média. N = 6 plantas.

No fim do ensaio (4 de novembro), a análise destrutiva revela que para os diferentes vasos não existem diferenças significativas, em nenhuma das características estudadas, o que revela que o volume do vaso e os dois tipos de substratos estudados não têm influência no crescimento das plantas (quadro 14) no segundo ano de crescimento. De realçar que, de acordo com as regras estabelecidas para a cultura do mirtilo são retiradas todas as flores durante o segundo ano de crescimento, técnica que também foi adotada neste ensaio.

Quadro 14. Características da parte aérea da cultivar 'Paloma' em diferentes vasos e substratos. CTotal (Comprimento total dos ramos), Número de folhas, AF (Área Foliar), PFF (Peso fresco das folhas), PFR (Peso fresco dos ramos), PSF (Peso seco das folhas), PSR (Peso seco dos ramos). Destruição realizada a 4 de novembro.

Variáveis	CTotal cm	Número Folhas	AF (cm ²)	PFF (g)	PFR (g)	PSF (g)	PSR (g)
Vaso 15 L	4558	2788	7847,8	672,8	782,2	230,0	424,6
Vaso 25 L	4091	2536	6995,9	665,2	780,2	291,5	421,4
Substrato HEF	4555	2738	7224,4	686,3	816,9	309,7	439,1
Substrato Siro	4094	2585	7619,3	651,7	745,4	281,8	406,9
Média	4324,8	2661,8	7421,9	669,0	781,2	295,72	423,0
EP	415,8	241,4	735,7	63,1	72,7	22,4	40,4
Nível de sig.	N.S	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

Teste de comparação múltipla de médias de Tukey para $\alpha=0,05$, letras diferentes em coluna indicam valores estatisticamente diferentes. EP - Erro padrão da média. N = 6 plantas

2.1.2. Parte Radicular

Com a alteração do volume e tipo de substrato seriam de esperar alterações significativas ao nível do desenvolvimento radicular. No início do ensaio, a parte radicular das plantas, era constituída por 98,6 g de peso fresco e 21,7 g de correspondente peso seco (quadro 15).

Quadro 15. Caracterização inicial do sistema radicular da cultivar 'Paloma' em diferentes vasos e substratos. PFRF (Peso fresco das raízes finas), PFRG (Peso fresco das raízes grossas), PSRF (Peso seco das raízes finas), PSRG (Peso seco das raízes grossas).

Variável	PFRF	PFRG	PSRF	PSRG
Média	96,3	2,3	20,7	1,0
SD	18,1	2,1	5,5	1,0
Mínimo	77,0	0,0	15,0	0,0
Máximo	113,0	4,0	26,0	2,0

A análise destrutiva das plantas, realizada a meio do período de crescimento das plantas em ensaio (1 de julho), mostra que, nem o tipo de vaso nem o tipo de substrato têm influência

no crescimento no desenvolvimento radicular das plantas (quadro 16) uma vez que não se observaram diferenças significativas no peso das raízes finas nem das raízes grossas.

Quadro 16. Características do sistema radicular da cultivar ‘Paloma’ em diferentes vasos e substratos. PFRF (Peso fresco das raízes finas), PFRG (Peso fresco das raízes grossas), PSRF (Peso seco das raízes finas), PSRG (Peso seco das raízes grossas). Destruição realizada a 1 de julho.

Variáveis	PFRF	PFRG	PSRF	PSRG
	g	g	g	g
Vaso 15 L	494,8	26,5	54,5	8,8
Vaso 25 L	414,9	21,4	42,4	6,4
Substrato HEF	445,4	27,1	46,8	8,1
Substrato Siro	464,2	20,7	50,2	7,1
Média	454,8	23,9	48,5	7,6
EP	38,30	3,33	4,73	1,03
Nível de sig.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

Teste de comparação múltipla de médias de Tukey para $\alpha=0,05$, letras diferentes em coluna indicam valores estatisticamente diferentes. EP - Erro padrão da média. N = 6 plantas

Uma vez que não se observaram diferenças significativas no peso de raízes no final do ensaio, a análise de crescimento revela que as plantas de ‘Paloma’ atingiram um peso fresco total de raízes, correspondendo 454,8 g de raízes finas e 42,3 g de raízes grossas. (quadro 17).

Quadro 17. Características do sistema radicular da cultivar 'Paloma' em diferentes vasos e substratos. PFRF (Peso fresco das raízes finas), PFRG (Peso fresco das raízes grossas), PSRF (Peso seco das raízes finas), PSRG (Peso seco das raízes grossas). Destruição realizada a 4 de novembro

Variáveis	PFRF	PFRG	PSRF	PSRG
	g	g	g	g
Vaso 15 L	751,5	37,9	87,4	14,2
Vaso 25 L	699,6	46,7	87,3	17,9
Substrato	688,2	41,3	88,3	15,7
Fataca	762,9	43,3	86,4	16,5
Substrato Siro	725,6	42,3	87,4	16,1
Média				
EP	126,9	5,3	8,0	2,1
Nível de sig.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

Teste de comparação múltipla de médias de Tukey para $\alpha=0,05$, letras diferentes em coluna indicam valores estatisticamente diferentes. EP - Erro padrão da média. N = 6 plantas

Nas condições ensaiadas verificou-se um aumento de 1410 g de matéria fresca, desde o início ao fim do ensaio (março a novembro) na parte aérea e de 669 g no sistema radicular, independentemente do tipo de substrato e volume de vaso utilizado.

Quando se retiraram as plantas dos vasos, para a sua posterior destruição, verificou-se que as raízes em vasos de 15 L ocupavam mais o volume de substrato, do que as raízes em vasos de 25 L, que não alcançavam a base do vaso.

2.2. Medição do teor de clorofila

Em relação ao teor de clorofila, medido com o SPAD-502 da Minolta, no dia 25 de junho, não se registraram diferenças significativas para os tipos de substrato nem para os tipos de volume dos vasos (quadro 18). Estes resultados revelam desempenhos fotossintéticos semelhantes em todas as modalidades.

Quadro 18. Resultado da medição dos níveis de clorofila com o SPAD. Medições efetuadas a 25 de junho de 2014.

Variáveis	SPAD
Vaso 15 L	48,8
Vaso 25 L	48,7
Substrato Fataca	49,0
Substrato Siro	48,4
Média	48,7
EP	0,741
Nível de sig.	N.S

Teste de comparação múltipla de médias de Tukey para $\alpha=0,05$, letras diferentes em coluna indicam valores estatisticamente diferentes. EP - Erro padrão da média. N = 240 folhas.

Segundo um estudo realizado, em plantas da cultivar Elliot, por Lobos *et al.* (2012), no Michigan o valor médio do SPAD foi de 55,1 (plantas de oito anos) e no Chile esta média foi de 46,3 (plantas de 16 anos). Ou seja, os valores obtidos neste ensaio podem-se considerar dentro da normalidade para esta cultura.

2.3. Distribuição do Peso Seco

Em relação aos pesos secos das várias partes das plantas nas diferentes modalidades constatou-se que não houve diferenças significativas entre as modalidades nos três momentos de destruição (Figura 11).

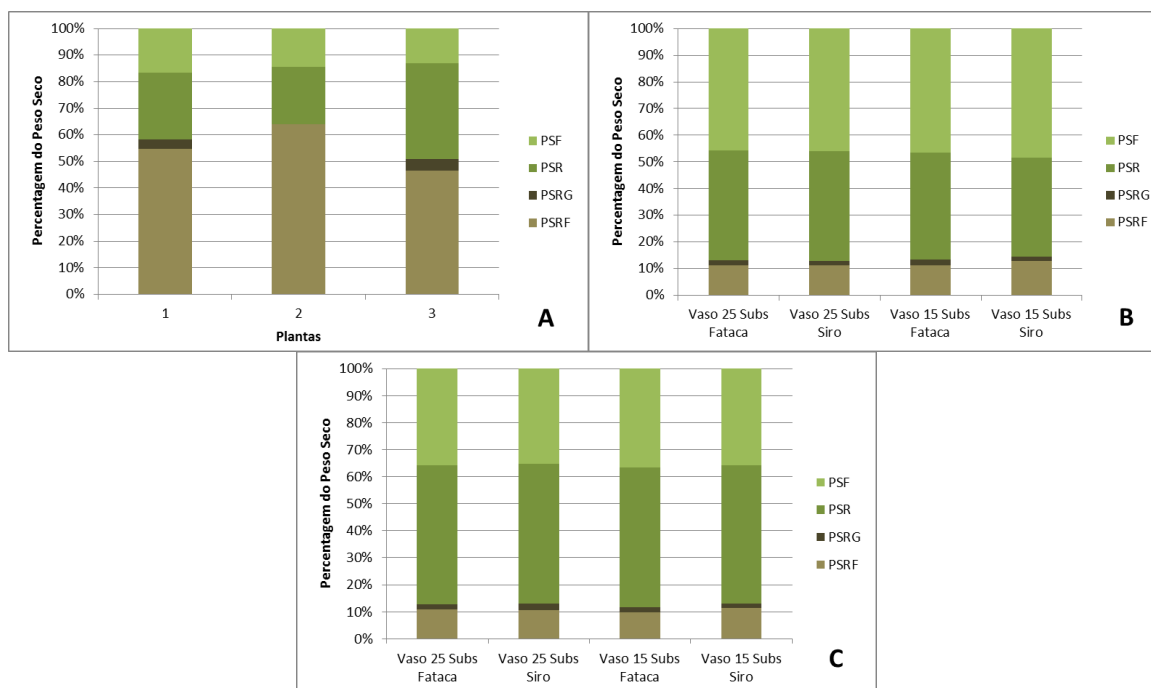


Figura 11. Peso relativo de cada componente, PSF (peso seco das folhas), PSR (peso seco dos ramos), PSRG (peso seco das raízes grossas) e PSRF (peso seco das raízes finas), na partição do peso em cada modalidade. As imagens marcadas com as letras A, B e C, correspondem, respetivamente ao primeiro momento de destruição (início do ensaio), ao segundo momento de destruição (1 de julho) e ao terceiro momento de destruição (4 de novembro)

No início do ensaio (Figura 11, A) as três plantas apresentavam uma percentagem de raízes, no peso seco total, entre cerca de 50 a 65%, enquanto nas destruições posteriores (Figura 11, B e C) a contribuição das raízes para o peso seco total rondava os 10%.

A 1 de julho (Figura 11, B), o contributo das folhas para o peso seco total era maior que no fim do ensaio (Figura, C), 4 de novembro, o que se deve ao fato de a planta ter iniciado a sua preparação para o período de dormência que se aproximava.

2.4. Evolução do Peso Seco Total

A acumulação de matéria seca ao longo do período estudado, de março a novembro, não apresentou diferenças significativas (Figura 12).

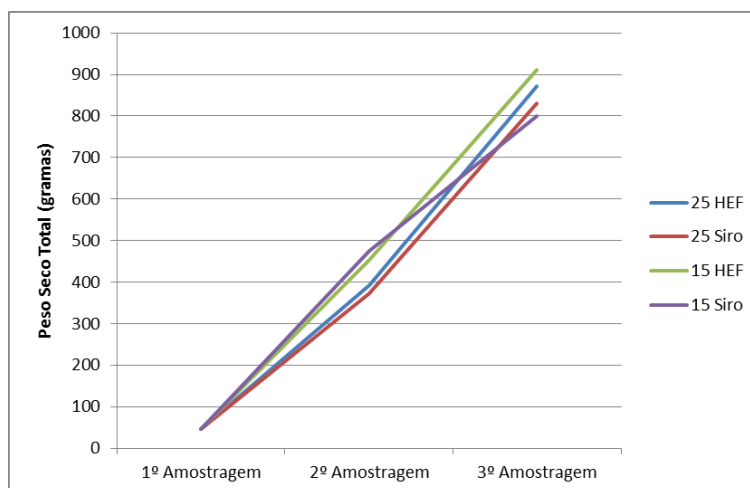


Figura 12. Evolução do Peso Seco Total das plantas, em três momentos de amostragem, para as 4 modalidades: a azul vasos 25 litros com substrato HEF, a vermelho vasos 25 litros com substrato especial Siro, a verde vasos 15 litros com substrato HEF e a roxo vasos de 25 litros com substrato Siro.

Todas as plantas começaram, com um peso seco médio de aproximadamente 50 g, e terminaram com um peso seco médio que oscilou entre 800 e 900 g (dependendo das modalidades), ou seja, durante o ciclo de crescimento as plantas adquiriram cerca de 750 a 850 g de peso seco.

A meio do ensaio (2ª amostragem), apesar de não haver diferenças significativas, os vasos de 15 L apresentam valores de peso seco total superiores aos vasos de 25 L (para os dois substratos). No fim do ensaio (3ª amostragem), a modalidade vaso de 15 L com substrato HEF é a que apresenta o maior peso seco, seguida pela modalidade com vaso de 25 L com substrato HEF, sendo a modalidade vaso de 15 L com substrato Siro a que apresenta o valor mais baixo de peso seco total, apesar de a meio do ensaio ser a que apresentava os melhores valores.

No fim do período de crescimento das plantas do presente ensaio, (fim do segundo ano de crescimento das plantas de 'Paloma'), o substrato HEF, para os dois volumes de vaso, é o que apresenta o maior valor de produção de matéria seca.

IV. Conclusão

No primeiro ensaio, efeito das horas de frio na precocidade e no volume de produção da cultura do mirtilo do tipo “highbush”, não se conseguiram observar valores estatisticamente significativos entre as cultivares ou entre os tratamentos.

Depois de imposto os tratamentos de frio, verificou-se que o tratamento 2 (1417 horas de frio) foi o que apresentou os melhores valores para o conjunto do abrolhamento, sobrevivência dos gomos vivos até à colheita e vingamento final.

Ao contrário do que seria de esperar, apenas a cultivar Duke evidenciou, na sua fenologia, o efeito dos tratamentos de frio, a cultivar Elizabeth, apesar de ter elevadas necessidades de frio não o evidenciou na fenologia.

Verificou-se que a cultivar Legacy foi a que apresentou os melhores volumes de produção, independentemente do regime de frio a que foi submetida, tendo o tratamento controlo obtido a melhor produção. Nesta cultivar os tratamentos de frio atrasaram a entrada em produção, ou seja, tratamentos com menos frio começaram a produzir mais cedo do que os tratamentos com mais frio. Na cultivar Duke observa-se que os tratamentos de frio têm influência positiva na entrada em produção e também no volume de produção. Na cultivar Elizabeth, apesar de não estar evidenciado o efeito do frio na precocidade, verifica-se que o volume de produção foi muito mais baixo para o tratamento controlo.

Em conclusão, a cultivar Legacy, sendo um SHB, tem um comportamento diferente para o efeito do frio, comparativamente com as cultivares Duke e Elizabeth. A Legacy é uma cultivar que não necessita de muito frio, sendo apta para a produção no sudoeste Alentejano. As cultivares Duke e Elizabeth, apesar de não terem apresentado resultados significativos, necessitam de mais frio não sendo aconselhada a sua plantação no sudoeste alentejano.

Novos ensaios deveriam ser levados a cabo, com vista a observar melhor os efeitos do frio, principalmente para as cultivares Duke e Elizabeth. Alterações nos tratamentos experimentais também deveriam ser efetuados, designadamente aumentar as horas de frio dadas nos tratamentos, para melhor se perceber o efeito do frio e não analisar a cultivar Legacy em conjunto com as outras duas cultivares, uma vez que, tendo a cultivar Legacy baixas exigências de frio a sua inclusão no ensaio fez com que o efeito dos tratamentos de frio ficasse atenuado quando realizado em conjunto com as cultivares Duke e Elizabeth.

Em relação ao estudo do efeito do volume do vaso e do tipo de substrato no crescimento do mirtilo, também não se registaram efeitos significativos, como seria de esperar uma vez que

os substratos têm propriedades físicas muito semelhantes e as propriedades químicas são moldadas pela fertirrega.

Nos três momentos de amostragem, realizados no início, a meio e no fim do ensaio, nunca se registaram diferenças significativas entre as plantas. Durante o período do ensaio (de março a novembro), as plantas ganharam 1450 g de peso fresco das folhas e ramos e 497 g de peso fresco das raízes (conjunto das raízes finas e grossas).

A distribuição do peso seco não apresentou diferenças entre as diferentes modalidades. Na evolução do peso seco total, apesar de não ser significativamente diferente entre modalidades, o substrato HEF foi o que apresentou os maiores pesos secos, independentemente do volume do vaso. As plantas acumularam durante o período do ensaio entre 750 a 850 gramas de peso seco total.

Em conclusão os ensaios realizados mostraram que para plantas no segundo ciclo de crescimento, e para a cultivar Paloma, não se verificam diferenças entre os substratos utilizados (substrato HEF e substrato Siro), e que o mesmo acontece para os volumes de vaso (25 litros e 15 litros), ou seja, ambos os substratos foram eficazes no crescimento das plantas.

O ensaio deve ser continuado uma vez que é previsível que os dois substratos se alteram com o tempo e que o volume de vaso passe a ser crítico. O ensaio deverá ser alargado a outras cultivares adaptadas a este sistema de produção.

V. Referências Bibliográficas

- Abbott, J.D. e Gough, R.E. (1987) *Seasonal development of highbush blueberry roots under sawdust mulch*. HortScience, 112: 60-62
- Bañados, M.P., Strik, B. (2006) *Manipulation of the annual growth cycle of blueberry using photoperiod*. Acta Horticulturae, 715:65-71
- Baptista, M.C., Oliveira, P., Lopes-da-Fonseca, L., Oliveira, C.M. (2006). Early ripening of southern highbush blueberries under mild winter conditions. Acta Horticulturae 715:191-196
- Black, B.L. e Zimmerman, R.H. (2006) *Industrial and municipal by products as substrates to highbush blueberry production*. Acta Horticulturae, 574:267-272
- Brewer, J.W. e Dobson, R.C. (1969) *Seed count and berry size in relation to pollinator level and harvest date for the highbush blueberry, Vaccinium corymbosum*. Journal of economic entomology, 62: 1353-1356
- Brito, L., Mourão, I. (2012) *Características dos substratos para horticultura*. Agrotec (2): 32-38
- Camp, W.H. (1945) *The North American blueberries with notes on other groups of Vacciniaceae*. Brittonia, 5: 203-275
- Cappiello, P.E. e Dunham, S.W. (1994) Seasonal variation in low-temperature tolerance of *Vaccinium angustifolium* Ait. HortScience, 29: 302-304
- CEN (1999a). Soil improvers and growing media, determination of pH. Brussels, European Committee for Standardization: 9 (EN 13037:1999)
- CEN (1999b). Soil improvers and growing media, determination of electrical conductivity. Brussels, European Committee for Standardization: 9 (EN 13038:1999)
- CEN (2001). Soil improvers and growing media, extraction of water soluble nutrients and elements. Brussels, European Committee for Standardization: 15 (EN 13652:2001)
- Chao, W.S., Foley, M.E., Horvath, D.P., Anderson, J.V. (2007) Signals regulating dormancy and vegetative buds. International Journal of Plant Development Biology, 1(1): 49-56
- Corbalán, A.(2009) Letargo invernal en albaricoquero (*Prunus armeniaca* L). Análisis de diversos factores que afectan su evolución. Dormancy in apricot (*Prunus armeniaca* L.). Factors affecting its evolution. Tesis Doctoral. Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura

- Coutinho, A. (1913) *A Flora de Portugal (Plantas Vasculares)*. Livraria Bertrand, Lisboa: 641
- Darnell, R.L. (2006) *Blueberry Botany/Environmental Physiology*. In: Childers, N., Lyrene, P., eds. *Blueberries for Growers, Gardeners, Promoters*. Gainesville, USA: AgScience, 5-13
- Darnell, R.L. (1991) Photoperiod, carbon partitioning, and reproductive development in rabbiteye blueberry. *HortScience*, 116(5): 856-860
- Darnell, R.L. e Davies, F.S. (1990) *Chilling accumulation, budbreak and fruit set of young rabbiteye blueberry plants*. *HortScience*, 25(6):635-638
- Davies, F.S. (1986) *Flower position, growth regulators, and fruit set of rabbiteye blueberry*. *HortScience*, 111: 338-341
- Eck, P. e Mainland, M. (1971) *Highbush blueberry fruit set in relation to flower morphology*. *HortScience*, 6: 569-573
- Ehlenfeldt, M.K., Rowland, L.J., Ogden, E.L., Vinyard, B. (2012) *Cold hardiness, acclimation, and deacclimation among diverse blueberry genotypes*. *HortScience*, 137(1): 31-37
- Erez, A., Fishman, S., Linsley-Noakes, G.C., Allan, P. (1990) *The dynamic model for rest completion in peach buds*. *Acta Horticulturae*, 276: 165-74
- Flinn, C.L., e Ashworth, E.N. (1994) *Seasonal changes in ice distribution and xylem development in blueberry flower buds*. *HortScience*, 119: 1176-1184
- Gil-Albert, F. (1989) *Tratado de arboricultura frutal. La ecología del árbol frutal*. Madrid: Mundi-Prensa, 236
- Gough, R.E. (1994) *The highbush blueberry and its management*. Food Products Press, New York
- Gough, R.E. e Shutak, V.G. (1978) *Anatomy and morphology of cultivated highbush blueberry*. Rhode Island Agricultural Experiment Station Technical Bulletin N. 423
- Heiberg, N. e Lunde, R. (2006) *Effect of growth media on highbush blueberries grown in pots*. *Acta Horticulturae*, 715: 219-223
- Knight, R.J. e Scott, D.H. (1964) *Effects of temperature on self and cross pollination and fruit of four highbush blueberry varieties*. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 85: 302-306

- Korcak, R. (1988) *Nutrition of blueberry and other calcifuges*. Horticultural Reviews, 10: 183-227
- Krewer, G., Ruter, J., NeSmith, D.S., Clarck, J., Otts, T., Scarborough, S., Mullinex, B. (2002) Performance of low cost organic materials as blueberry substrates and soil amendments. *Acta Horticulturae*, 574: 273-279
- Krewer, G. e NeSmith, D.S. (2006) Blueberry cultivars for Gerogia.
- Iancu, M., Ancu, I., Mladin, P., Ancu, S., Mladin, G., Chitu, V. (2008) Influence of planting substrate on blueberry growth and yield. *Bulletin UASVM, Horticulture*, 65(1): 308-313
- Lang, G.A., Early, J.D., Martin, G.C., Darnell, R.L. (1987) *Endo-, para-, and ecodormency: physiological terminology and classification for dormancy research*. *HortScience*, 22: 371-377
- Lee, J., Yu, D., Kim, S., Choi, D., Lee, H. (2012). *Intraspecies differences in cold hardiness, carbohydrate content and β -amylase gene expression of *Vaccinium corymbosum* during cold acclimation and deacclimation*. *Tree Physiology*, 32: 1533-1540
- Luedeling, E. e Brown, P.H. (2011) *A global analysis of the comparability of winter chill models for fruit and nut trees*. *International Journal of Biometeorology*, 55: 411-421
- Lobos, G., Retamales, J.B., Hancock, J.F., Flore, J., Cobo, N., Pozo, A. (2012) *Spectral irradiance, gas exchange characteristics and leaf traits of *Vaccinium corymbosum* L. 'Elliot' grown under photo-sensitive nets*. *Environmental and Experimental Botany*, 75: 142-149
- Lopes-da-Fonseca, L. e Oliveira, P. (2007) *A planta de Mirtilo – Morfologia e fisiologia*. *Divulgação Agro* 556 n°2, xxxxx
- Luedeling, E. e Brown, P. (2011). *A Global analysis of the comparability of winter chill models for fruit and nut trees*. *International Journal of Biometeorology*, 55: 411-421
- Lyrene, P. e Ballington, J. (2006). *Varieties and their characteristics*. In: Childers, N., Lyrene, P., eds. *Blueberries for Growers, Gardeners, Promoters*. Gainesville, USA: AgScience, 26-37
- Lyrene, P. e Williamson, J. (2006) *Protecting blueberries from freezes*. In: Childers, N., Lyrene, P., eds. *Blueberries for Growers, Gardeners, Promoters*. Gainesville, USA: AgScience, 21-25

Mainland, C.M., Buchanan, D.W., Bartholic, J.F. (1977) *The effects of five chilling regimes on the bud break of highbush and rabbiteye blueberry hardwood cuttings*. HortScience, 12: 43 (Abstract)

Matos, M. (2014) *Mirtilo em vaso tem potencial*. Frutas, Legumes e Flores,

Miner, J.A. (1994) *Sustratos – propiedades e caracterizacion*. Ediciones Mundi-Prensa, 19-71

Moore, J.N. (1964) *Duration of receptivity to pollinations of flower of the highbush blueberry and the cultivated strawberry*. HortScience, 85:294-301

Moreno, P. (1996). *El Frio Invernal, Factor Limitante Para El Cultivo Frutal: Modelos Y Métodos Para Determinar La Acumulación de Frio Y De Calor En Frutales*. A. Madrid Vicente, Ediciones. Madrid: 43

Morin X., Améglio, T., Ahas, R., Kurz-Besson, C., Lanta, V., Lebourgeois, F. (2007) *Variation in cold hardiness and carbohydrate concentration from dormancy induction to bud burst among provenances of three European oak species*. Physiol, 27: 817-825

Norvell, D.J. e Moore, J.N. (1982) *An evaluation of chilling models for estimating rest requirements of highbush blueberry*. HortScience, 107: 54-56

Ochmian, I.; Grajkowski, J.; Skupien, K. (2010). Effect of substrate type on the field performance and chemical composition of highbush blueberry cv. Patriot. Agricultural and Food Science 19:69-80

Olmstead, J.M., Iltle, R.A., Morine, S.R., Norden, D.E., Collante, W.R. (2015) *Floral Bud Chill Requirement of Low-Chill Southern Highbush Blueberry Germplasm*. Journal of the American Pomology Society 69(1) (Abstract)

Parente, C. (2014) Efeito do frio artificial na quebra da dormência e produtividade do mirtilo (*Vaccinium corymbosum*). Dissertação de Mestrado. Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa.

Pavlis, G.C. (2000) The Blueberry Bulletin, New Jersey Agricultural Experiment Station, 5(16)

Pearce, R.S. (2001) *Plant freezing and damage*. Ann Bot 87: 417-424

Pritts, M.P e Hancock, J.F. (1992) Highbush Blueberry Production Guide. New York, USA: Cooperative Extension, 14-16

- Retamales, J.B. e Hancock, J.F. (2012a) *The Blueberry Industry*. In: Retamales, J.B. e Hancock, J.F., eds. *Blueberries*. CABI, 1-17
- Retamales, J.B. e Hancock, J.F. (2012b) *Blueberry Taxonomy and Breeding*. In: Retamales, J.B. e Hancock, J.F., eds. *Blueberries*. CABI, 1-17
- Retamales, J.B. e Hancock, J.F.(2012c) *Growth and Development*. In: Retamales, J.B. e Hancock, J.F., eds. *Blueberries*. CABI, 51-73
- Richardson, E.A., Seeley, S.D., Walker, D.R. (1974). *A model for estimating the completion of rest for 'Redhaven' and 'Elberta' Peach Trees*. HortScience, 9: 331-332
- Rowland, L, Ogden, E., Arora, R., Lim, C., Lehnan, J., Levi, A., Panta, G. (1999) Use of blueberry to study genetic control of chilling requirement and cold hardiness in woody perennials. HortScience, 34(7): 1185-1191
- Rowland, L, Ogden, E., Ehlenfeldt, M., Vinyard, B. (2005) *Cold hardiness, deacclimation kinetics, and bud development among 12 diverse blueberry genotypes under field conditions*. HortScience, 130(4): 508-514
- Santos, L. Ribeiro, H. Madeira, B. Abreu, I. Oliveira, P. (2014). *Escala de observação fenológica para a cultura do mirtilo*. Pequenos frutos, 9: 6-7
- Shutak, V.G., Gough, R.E., Windus, N.D. (1980) *The cultivated highbush blueberry: twenty years of research*. Rhode Island Agricultural Experiment Station Technical Bulletin, 428
- Smolarz, K. (1985) *Growth of potted highbush plants as affected by medium and nitrogen nutrition*. Acta Horticulturae, 165: 237-240
- Spiers, J.M. (1976) *Chilling regimes affect budbreak in 'Tifblue' rabbiteye blueberry*. HortScience, 101:84-90
- Spiers, J.M. (1995) Substrate temperatures influence root and shoot growth of Southern highbush and rabbiteye blueberries. HortScience, 30:1029-1030
- Starast, M., Karp, K., Paal, T. (2002) The effect of using different mulches and growth substrates on half-highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* x *Vaccinium angustifolium*) cultivars 'Northblue' and 'Northcountry'. Acta Horticulturae, 574: 281-286
- Tasa, T., Starast, M., Vool, E., Moor, U., Karp, K. (2012) *Influence of soil type on half-highbush blueberry productivity*. Agricultural and Food Science, 21: 409-420

Vander Kloet, S.P. (1980) *The taxonomy of highbush blueberry. Vaccinium corymbosum*. Canadian Journal of Botany, 58: 1187-1201

Verdonck, O., Gabriëls, R. (1992). Reference method for the determination of physical and chemical properties of plant substrates. Acta Hort. 302: 169–179

Volk, G., Olmstead, J., Finn, C., Janick, J. (2013). *The ASHS outstanding fruit cultivar award: a 25-year retrospective*. HortScience, 48(1): 4-12

Wisniewski, M., Basset, C., Gusta, L.V. (2003) *An Overview of Cold Hardiness in Woody Plants: Seeing the Forest Through the Trees*. HortScience, 38(5): 952-958

Zhang, J. e Taylor, C. (2011) *The Dynamic Model Provides the Best Description of the Chill Process on 'Sirora' Pistachio Trees in Australia*. HortScience, 46(3):420-425

Cibergrafia

<http://www.siro.pt/p.artigo.g/artid/1215> (Consultado a: 15/04/2015)

<http://www.hartmannsplantcompany.com/miva/merchant.mv> (Consultado a: 22/03/2015)

<http://www.multibaies.com/en/contact-us2/range-of-varieties/northern-highbush> (Consultado a: 22/03/2015)

<http://ncblueberryjournal.blogspot.pt/2011/08/blueberry-cultivar-legacy.html> (Consultado a: 11/05/2015)

<http://hort.uwex.edu/articles/growing-blueberries-containers/> (Consultado a: 11/05/2015)

http://ucanr.edu/sites/fruittree/How-to_Guides/Dynamic_Model_-_Chill_Accumulation/ (Consultado a: 13/05/2015)

http://www.fallcreeknursery.com/nursery/two_column/nursery_chill-hours (Consultado a: 15/05/2015)

http://www.fallcreeknursery.com/nursery/variety/nursery_northern-highbush (Consultado a: 17/05/2015)

ANEXO 1

(Esquema de campo do ensaio 1 – ensaio das horas de frio)

Planta do Ensaio das Horas de Frio

Sul

Norte

L2	L5	D4	E4	E5	E3
D3	DC	D2	EC	E1	L4
LC	D1	D5	E2	L3	L1

L – Legacy

D – Duke

E – Elizabeth

C – Controlo

1 – Tratamento 1

2 – Tratamento 2

3 – Tratamento 3

4 – Tratamento 4

5 – Tratamento 5

ANEXO 2

(Análise de variância fatorial realizada à área seccional do ramo (ASR), número de gomos florais no ramo (NGF), índice floral (IF), densidade floral (DF), comprimento da haste floral (CH) e comprimento total (CTotal), com interação dos fatores cultivar e tratamento, para $\alpha=0,05$)

Analysis of Variance Table for ASR

Source	DF	SS	MS	F	P
Planta	2	0.00048	0.00024		
Cultivar	2	0.03669	0.01834	15.92	0.0000
Tratament	5	0.02169	0.00434	3.76	0.0081
Cultivar*Tratament	10	0.01958	0.00196	1.70	0.1213
Error	34	0.03918	0.00115		
Total	53	0.11763			

Grand Mean 0.1328 CV 25.57

Analysis of Variance Table for NGF

Source	DF	SS	MS	F	P
Planta	2	5.333	2.66667		
Cultivar	2	17.333	8.66667	1.96	0.1558
Tratament	5	27.722	5.54444	1.26	0.3050
Cultivar*Tratament	10	35.111	3.51111	0.80	0.6332
Error	34	150.000	4.41176		
Total	53	235.500			

Grand Mean 9.5000 CV 22.11

Analysis of Variance Table for DF

Source	DF	SS	MS	F	P
Planta	2	1196.4	598.18		
Cultivar	2	16232.0	8116.00	9.52	0.0005
Tratament	5	17963.3	3592.66	4.22	0.0043
Cultivar*Tratament	10	13106.9	1310.69	1.54	0.1687
Error	34	28973.8	852.17		
Total	53	77472.4			

Grand Mean 81.831 CV 35.67

Analysis of Variance Table for IF

Source	DF	SS	MS	F	P
Planta	2	118.52	59.260		
Cultivar	2	415.47	207.734	2.71	0.0809
Tratament	5	828.86	165.771	2.16	0.0815
Cultivar*Tratament	10	519.68	51.968	0.68	0.7368
Error	34	2606.26	76.655		
Total	53	4488.79			

Grand Mean 65.087 CV 13.45

Analysis of Variance Table for CL

Source	DF	SS	MS	F	P
Planta	2	0.03138	0.01569		
Cultivar	2	0.02435	0.01217	0.75	0.4788
Tratament	5	0.20987	0.04197	2.59	0.0431
Cultivar*Tratament	10	0.25577	0.02558	1.58	0.1545
Error	34	0.54995	0.01618		
Total	53	1.07132			

Grand Mean 0.6608 CV 19.25

Analysis of Variance Table for CHF

Source	DF	SS	MS	F	P
Planta	2	29.575	14.7874		
Cultivar	2	16.064	8.0319	0.71	0.4996
Tratament	5	101.108	20.2215	1.78	0.1427
Cultivar*Tratament	10	175.090	17.5090	1.54	0.1667
Error	34	385.565	11.3402		
Total	53	707.401			

Grand Mean 14.213 CV 23.69

Analysis of Variance Table for CTotal

Source	DF	SS	MS	F	P
Planta	2	12.33	6.1667		
Cultivar	2	92.96	46.4822	3.01	0.0625
Tratament	5	303.66	60.7324	3.94	0.0064
Cultivar*Tratament	10	153.07	15.3073	0.99	0.4690
Error	34	524.63	15.4302		
Total	53	1086.66			

Grand Mean 21.800 CV 18.02

ANEXO 3

(Análise de variância fatorial realizada ao abrolhamento, gomos vivos até à colheita (GC) e vingamento final (VF), com interação dos fatores cultivar e tratamento, para $\alpha=0,05$)

Analysis of Variance Table for ABTrans

Source	DF	SS	MS	F	P
Planta	2	0.00923	0.00461		
Cultivar	2	0.00522	0.00261	1.05	0.3619
Tratament	5	0.01325	0.00265	1.06	0.3973
Cultivar*Tratament	10	0.01806	0.00181	0.73	0.6956
Error	34	0.08467	0.00249		
Total	53	0.13042			

Grand Mean 1.2394 CV 4.03

Analysis of Variance Table for GVTrans

Source	DF	SS	MS	F	P
Planta	2	0.21122	0.10561		
Cultivar	2	0.04432	0.02216	1.57	0.2223
Tratament	5	0.32318	0.06464	4.59	0.0026
Cultivar*Tratament	10	0.21845	0.02185	1.55	0.1647
Error	34	0.47922	0.01409		
Total	53	1.27640			

Grand Mean 1.1203 CV 10.60

Analysis of Variance Table for VFTrans

Source	DF	SS	MS	F	P
Planta	2	0.04066	0.02033		
Cultivar	2	0.17226	0.08613	9.25	0.0006
Tratament	5	0.07444	0.01489	1.60	0.1872
Cultivar*Tratament	10	0.17267	0.01727	1.85	0.0881
Error	34	0.31675	0.00932		
Total	53	0.77677			

Grand Mean 0.9153 CV 10.54

ANEXO 4







((Análise de variância fatorial realizada à produção, com interação dos fatores cultivar e tratamento, para $\alpha=0,05$)










Analysis of Variance Table for Prod







Source	DF	SS	MS	F	P
Planta	2	3663791	1831895		
Cultivar	2	2.324E+07	1.161E+07	11.17	0.0002
Tratament	5	2981486	596297	0.57	0.7199
Cultivar*Tratament	10	1.277E+07	1277012	1.23	0.3090
Error	34	3.536E+07	1039961		
Total	53	7.801E+07			
Grand Mean 3048.2 CV 33.46					

ANEXO 5

(Escala fenológica segundo Santos *et al.*, 2014)

Ponta verde (10P)	Fim ponta verde (11P)	Saída das folhas (31)
		
Observam-se os primeiros sinais do desenvolvimento vegetativo.	Os gomos foliares isolados começam a inchar e a abrir, sendo visível as folhas verdes exteriores.	Múltiplas folhas emergem dos gomos foliares e desenrolam-se. As folhas expandem-se e o crescimento da parte aérea começa.
Folhas livres (39)	Iniciação dos gomos florais/foliares (00)	Coloração (92)
		
Termina o primeiro nível do crescimento em altura da planta, deixando de aparecer novas folhas. Pode-se constatar este fenómeno pela presença de uma pequena folha morta na base da última folha do ramo (zona apical).	Nesta fase verifica-se a iniciação dos florais/foliares que irão abrolhar na campanha seguinte.	No final da fase de crescimento, as folhas mudam de cor, em resposta à mobilização dos nutrientes das folhas para os gomos de crescimento.

Gomo dormente (00/97)	Inchamento do gomo (51)	Abrolhamento (53)
		
Gomos dormentes completamente fechados sem sinais visíveis de desenvolvimento.	Gomos florais começam a inchar aumentando de volume e a abrir, sendo visíveis as escamas mais claras do interior.	Gomos florais abrem, identificando-se as flores entre as escamas.
Gomo floral verde (55/56)	Gomos iniciais rosa (57)	Gomos finais rosa (59)
		
As flores individuais ainda fechadas começam a separar-se, sendo distinguíveis na inflorescência.	As corolas adquirem tom rosa, alongam-se mas encontram-se fechadas.	As corolas atingem o tamanho final. A maior parte das flores da inflorescência estão completamente separadas e começam a adquirir cor branca.
Início da floração (61)	Plena floração (65)	Queda das corolas (67/69)
		

Cerca de 10% das flores já estão abertas.	Pelo menos 50% das flores estão abertas.	Fim da floração, vingamento dos frutos. As corolas brancas começam a cair, observando-se os pequenos frutos verdes.
Crescimento do fruto (71)	Fruto verde (78)	Início da maturação/coloração (81)
		
As pequenas bagas verdes crescem atingindo cerca de 10% do seu tamanho final. No entanto os tamanhos das bagas variam, desde bagas grandes a tamanho de ervilha.	Cerca de 80% das bagas atinge o seu tamanho final e apresenta cor verde com alguns tons rosa claro.	Início da coloração dos frutos. As bagas começam a mudar da cor verde para rosa escuro e depois azul. Começam a ficar moles.
10% frutos maduros (83)	25% frutos maduros (85)	75% frutos maduros (87)
		
Cerca de 10% das bagas isoladas estão maduras e prontas para a colheita.	Cerca de 25% das bagas isoladas estão maduras e prontas para a colheita. Esta fase por vezes coincide com a primeira colheita das bagas maduras.	Os Mirtos são colhidos consoante amadurecem. Por vezes em 2 ou 3 colheitas. Assim este estado fenológico às vezes coincide com a 2ª colheita. No entanto pode nunca ser observado no campo.